

# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA CHEMICKÁ  
ÚSTAV CHEMIE POTRAVIN A BIOTECHNOLOGIÍ

FACULTY OF CHEMISTRY  
INSTITUTE OF FOOD SCIENCE AND BIOTECHNOLOGY

AKTIVNÍ LÁTKY V SOLÁRNÍ KOSMETICE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE  
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE  
AUTHOR

EVA JOCHIMOVÁ

BRNO 2008



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA CHEMICKÁ  
ÚSTAV CHEMIE POTRAVIN A BIOTECHNOLOGIÍ  
FACULTY OF CHEMISTRY  
INSTITUTE OF FOOD SCIENCE AND BIOTECHNOLOGY

## AKTIVNÍ LÁTKY V SOLÁRNÍ KOSMETICE

ACTIVE INGREDIENTS IN SUN COSMETICS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE  
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE  
AUTHOR

EVA JOCHIMOVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE  
SUPERVISOR

Ing. JANA ZEMANOVÁ, Ph.D.

BRNO 2008



Vysoké učení technické v Brně  
**Fakulta chemická**  
Purkyňova 464/118, 61200 Brno 12

## Zadání bakalářské práce

Číslo bakalářské práce

**FCH-BAK0063/2006**

Akademický rok: **2007/2008**

Ústav

Ústav chemie potravin a biotechnologií

Student(ka)

**Jochimová Eva**

Studijní program

Chemie a technologie potravin (B2901)

Studijní obor

Potravinářská chemie (2901R021)

Vedoucí bakalářské práce

**Ing. Jana Zemanová, Ph.D.**

Konzultanti bakalářské práce

### Název bakalářské práce:

Aktivní látky v solární kosmetice

### Zadání bakalářské práce:

Vypracování literární rešerše na dané téma:

1. principy účinku a ochrany kůže před UV zářením
2. přehled a rozdělení aktivních látek využívaných do přípravků solární kosmetiky
3. funkce a účinky vybraných zástupců

### Termín odevzdání bakalářské práce: 31.7.2007

Bakalářská práce se odevzdává ve třech exemplářích na sekretariát ústavu a v elektronické formě vedoucímu bakalářské práce. Toto zadání je přílohou bakalářské práce.

---

Eva Jochimová  
student(ka)

---

Ing. Jana Zemanová, Ph.D.  
Vedoucí práce

---

Ředitel ústavu

V Brně, dne 1.9.2006

---

doc. Ing. Jaromír Havlica, CSc.  
Děkan fakulty

# LICENČNÍ SMLOUVA

## POSKYTOVANÁ K VÝKONU PRÁVA UŽÍT ŠKOLNÍ DÍLO

uzavřená mezi smluvními stranami:

### 1. Pan/paní

Jméno a příjmení: Eva Jochimová  
Bytem: Hlučínská 97, 74721, Kravaře - Kouty  
Narozen/a (datum a místo): 1.3.1985, Opava

(dále jen "autor")

a

### 2. Vysoké učení technické v Brně

Fakulta chemická  
se sídlem Purkyňova 464/118, 61200 Brno 12  
jejímž jménem jedná děkan fakulty:  
doc. Ing. Jaromír Havlica, CSc.

(dále jen "nabyvatel")

## Článek 1

### Specifikace školního díla

1. Předmětem této smlouvy je vysokoškolská kvalifikační práce (VŠKP):

- ☐ disertační práce
- ☐ diplomová práce
- ☒ bakalářská práce

jiná práce, jejíž druh je specifikován jako .....

(dále jen VŠKP nebo dílo)

Název VŠKP: Aktivní látky v solární kosmetice  
Vedoucí/školicel VŠKP: Ing. Jana Zemanová, Ph.D.  
Ústav: Ústav chemie potravin a biotechnologií  
Datum obhajoby VŠKP: .....

VŠKP odevzdal autor nabyvateli v:

- ☐ tištěné formě - počet exemplářů .....
- ☐ elektronické formě - počet exemplářů .....

2. Autor prohlašuje, že vytvořil samostatnou vlastní tvůrčí činností dílo shora popsané a specifikované. Autor dále prohlašuje, že při zpracovávání díla se sám nedostal do rozporu s autorským zákonem a předpisy souvisejícími a že je dílo dílem původním.
3. Dílo je chráněno jako dílo dle autorského zákona v platném znění.
4. Autor potvrzuje, že listinná a elektronická verze díla je identická.

## Článek 2

### Udělení licenčního oprávnění

1. Autor touto smlouvou poskytuje nabyvateli oprávnění (licenci) k výkonu práva uvedené dílo nevýdělečně užít, archivovat a zpřístupnit ke studijním, výukovým a výzkumným účelům včetně pořizování výpisů, opisů a rozmnoženin.
2. Licence je poskytována celosvětově, pro celou dobu trvání autorských a majetkových práv k dílu.
3. Autor souhlasí se zveřejněním díla v databázi přístupné v mezinárodní síti
  - ☐ ihned po uzavření této smlouvy
  - ☒ 1 rok po uzavření této smlouvy
  - ☐ 3 roky po uzavření této smlouvy
  - ☐ 5 let po uzavření této smlouvy
  - ☐ 10 let po uzavření této smlouvy(z důvodu utajení v něm obsažených informací)
4. Nevýdělečné zveřejňování díla nabyvatelem v souladu s ustanovením § 47b zákona č. 111/1998 Sb., v platném znění, nevyžaduje licenci a nabyvatel je k němu povinen a oprávněn ze zákona.

## Článek 3

### Závěrečná ustanovení

1. Smlouva je sepsána ve třech vyhotoveních s platností originálu, přičemž po jednom vyhotovení obdrží autor a nabyvatel, další vyhotovení je vloženo do VŠKP.
2. Vztahy mezi smluvními stranami vzniklé a neupravené touto smlouvou se řídí autorským zákonem, občanským zákoníkem, vysokoškolským zákonem, zákonem o archivnictví, v platném znění a popř. dalšími právními předpisy.
3. Licenční smlouva byla uzavřena na základě svobodné a pravé vůle smluvních stran, s plným porozuměním jejímu textu i důsledkům, nikoliv v tísní a za nápadně nevýhodných podmínek.
4. Licenční smlouva nabývá platnosti a účinnosti dnem jejího podpisu oběma smluvními stranami.

V Brně dne: .....

.....

Nabyvatel

.....

Autor

## **ABSTRAKT**

Aktivní látky v solární kosmetice jsou dány množstvím a charakterem UV-filtrů, které absorbují paprsky v UVA nebo v UVB oblasti. Ve Spojených státech amerických jsou považovány za léčiva, avšak u nás jsou legislativně zařazeny mezi kosmetické prostředky. Jejich užívání je velice důležité, protože sluneční záření může být hodně nebezpečné. Riziko výskytu negativních účinků se zvyšuje hlavně vlivem zhoršení naší atmosféry a především zvětšováním ozonové díry.

Paprsky oblasti UVB i UVA pronikají do kůže, kde mohou být příčinou různých onemocnění. Způsobují lehké až těžce léčitelné fotodermatózy, stárnutí kůže a v horším případě karcinom kůže.

## **ABSTRACT**

Active substances in sun cosmetics mean quantity and properties of UV-filters that absorb rays in UVA or in UVB areas. In the United States of America there are they considered as pharmaceuticals, however in European Union are they taken behind cosmetics. Their usage is very important, because the sun radiation can be very dangerous. Hazard of negative influences increases largely by downgrade of atmosphere and above all by enlargement of ozone hole.

UVB and UVA rays penetrate into the skin where they can be a cause of different disorders. They evocate simply as far as heavily curable photodermatosis, skin ageing and cutaneous carcinoma in worse case.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

UV-filtry, sluneční záření, kůže, rohová vrstva kůže, karcinom kůže, fotodermatózy, ochranný protisluneční faktor, melanin, vitamin D.

## **KEYWORDS**

Sunscreens, sun radiation, skin, stratum corneum, cutaneous carcinoma, photodermatosis, sun protection factor, melanin, vitamine D.

JOCHIMOVÁ, E. *Aktivní látky v solární kosmetice*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická, 2008. 40 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Jana Zemanová, Ph.D.

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně a že všechny použité literární zdroje jsem správně a úplně citovala. Bakalářská práce je z hlediska obsahu majetkem Fakulty chemické VUT v Brně a může být využita ke komerčním účelům jen se souhlasem vedoucího bakalářské práce a děkana FCH VUT.

.....  
podpis studenta

## OBSAH

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. ÚVOD .....</b>  | <b>6</b>  |
| <b>2. SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY .....</b>               | <b>7</b>  |
| <b>2.1 Chování kůže při kontaktu se slunečním zářením .....</b> | <b>7</b>  |
| 2.1.1 Sluneční záření .....                                     | 7         |
| 2.1.2 Interakce slunečního záření s kůží .....                  | 8         |
| 2.1.3 Optické vlastnosti kůže .....                             | 9         |
| 2.1.4 Fotochemické změny kůže .....                             | 10        |
| 2.1.5 Účinky ultrafialového záření na kůži .....                | 12        |
| 2.1.5.1 Časný typ účinků .....                                  | 12        |
| 2.1.5.2 Pozdní typ účinků .....                                 | 14        |
| 2.1.6 Fotodermatózy .....                                       | 15        |
| <b>2.2 Ochrana kůže před UV zářením .....</b>                   | <b>17</b> |
| 2.2.1 Přirozená ochrana kůže před UV zářením .....              | 17        |
| 2.2.2 Faktory umělé ochrany vůči slunečnímu záření .....        | 18        |
| 2.2.2.1 Aktivní ochrana .....                                   | 18        |
| 2.2.2.2 Pasivní ochrana .....                                   | 18        |
| 2.2.2.3 Rychle ztmavující prostředky .....                      | 19        |
| <b>2.3 UV-filtry .....</b>                                      | <b>20</b> |
| 2.3.1 Ochranný protisluneční faktor SPF .....                   | 20        |
| 2.3.1.1 Minimální erytémová dávka (MED) .....                   | 21        |
| 2.3.1.2 Testování SPF in vivo .....                             | 21        |
| 2.3.1.3 Měření SPF in vitro .....                               | 22        |
| 2.3.2 Mechanismus UV-filtrů .....                               | 22        |
| 2.3.2.1 UV-filtry účinné v oblasti UVB .....                    | 24        |
| 2.3.2.2 UV-filtry účinné v oblasti UVA .....                    | 25        |
| 2.3.2.3 Fyzikální blokátory .....                               | 25        |
| 2.3.3 Stabilizace butylmethoxydibenzoylmethanu .....            | 26        |
| 2.3.4 Preparáty .....   | 28        |
| 2.3.4.1 Gely .....  | 28        |
| 2.3.4.2 Tyčinky .....   | 29        |
| 2.3.4.3 Oleje .....   | 29        |
| 2.3.4.4 Emulze .....  | 30        |
| 2.3.4.5 Odolnost proti vodě .....                               | 31        |
| 2.3.4.6 Změkčovač a rozpouštědla .....                          | 32        |
| <b>2.4 Solária .....</b>  | <b>33</b> |
| <b>3. DISKUZE .....</b>   | <b>35</b> |
| <b>4. ZÁVĚR .....</b>   | <b>36</b> |
| <b>5. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....</b>                       | <b>38</b> |
| <b>6. SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ .....</b>              | <b>40</b> |



## 1. ÚVOD

Už více jak půl století velí módě snědá pleť. Lidé, aby vyhověli požadavkům, se opalují, navštěvují solárium, anebo používají samoopalovací prostředky. Samoopalovací prostředky ale nejsou tak účinné. Rychle se vymývají, při špatné aplikaci je vidět nerovnoměrné rozetření a mohou zapáchat. Účinnější v tomto smyslu je tedy opalování. Vystavovat se nadměrně slunečnímu záření však není zdravé. Obecně je vhodné se proti škodlivým UV-paprskům chránit. Naše přirozená ochrana kůže nestačí, nosit oblečení s vhodným UPF faktorem není až tak účinné a navíc v letních měsících se nosí převážně plavky. Proto musíme používat vhodné UV-filtry. Je zapotřebí, aby nás chránily proti paprskům UVB i UVA oblasti. Paprsky z obou oblastí pronikají do kůže a mohou způsobit závažné poruchy.

V dávnějších dobách bylo trendem mít krásnou bílou pleť, a proto ženy nevycházely na sluníčko. Nanášely si vrstvy bílého pudru na obličej. Opálená pleť v té době byla znakem rolníků. Už v období mezi dvěma světovými válkami, kdy ještě speciální přípravky na opalování známe nebyly, se používal ořechový olej v domněnku, že hnědá barva bude urychlovat hnědnutí bez opálení a bolestivého podráždění pokožky. Na opalování se používal také krém *Nivea* nebo *Sahara*, které ale byly bez UV-filtrů. Prvním přípravkem s UV-filtrem byl u nás olej *Milena*. Jako filtrační látka byl užít dibenzalazin. Počátkem 50. let se začal využívat přípravek, který obsahoval estery kyseliny skořicové. Na přípravcích se neuváděl ochranný faktor. Jednu z prvních chemických látek, velmi často používaných v přípravcích k ochraně proti ultrafialovému záření, 4-aminobenzoovou kyselinu, vystřídaly posléze cinnamáty. Později se začalo také využívat anorganických UV-filtrů. Nejznámější jsou titanová a zinková běloba ( $\text{TiO}_2$  a  $\text{ZnO}$ ).

Dnes se využívá velké množství chemických UV-filtrů. Značení na přípravcích s ochranou proti UV-záření je mnohem dokonalejší. Po přečtení etiket víme, jak velkou ochranu jsme použili. UV-filtry jsou označeny podle speciálního kosmetologického názvosloví INCI (*International Nomenclature of Cosmetic Ingredients*). Jeho uvádění na obalu výrobku je povinné. Všechny složky s obsahem nad 1 % z celkového obsahu výrobku se vždy řadí sestupně podle obsahu jednotlivých složek v konečném výrobku. Na konci přehledu se uvádí ingredience s obsahem menším než 1 %, již v libovolném pořadí. Pokud produkt obsahuje parfém s rizikovými, byť i v přírodě se vyskytujícími, alergenními složkami, je povinností uvádět jejich výpis v koncentracích nejméně nad 0,01 % [1].

## 2. SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY

### 2.1 Chování kůže při kontaktu se slunečním zářením

#### 2.1.1 Sluneční záření

Elektromagnetické záření lze charakterizovat řadou fyzikálních veličin. K nim patří energie elektromagnetického záření (1), která je přímo úměrná frekvenci (2) a nepřímo úměrná vlnové délce. Mezi další fyzikální veličiny se řadí intenzita a dávka záření.

$$E = h \cdot \nu \quad (1)$$

$$\nu = \frac{c}{\lambda} \quad (2)$$

$h$  ... Planckova konstanta [ $J \cdot s$ ]

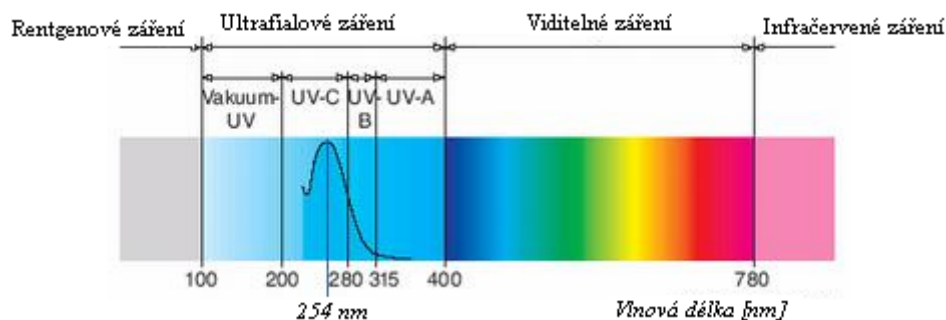
$\nu$  ... frekvence [ $Hz$ ]

$\lambda$  ... vlnová délka [ $m$ ]

$c$  ... rychlost světla [ $m \cdot s^{-1}$ ]

Z uvedených fyzikálních vztahů (1) a (2) je zřejmé, že záření o vysoké frekvenci je energeticky nejbohatší.

Nejobvyklejším přirozeným zdrojem elektromagnetického záření je slunce. Vyzařuje široké spektrum vlnových délek od nejkratších a nejtvrděších (gamma) přes rentgenové, ultrafialové, viditelné a infračervené (**obr. 1**). Kratší je ještě kosmické záření, naopak k záření s nejdelšími vlnami patří televizní a rádiové vlny [1, 2, 3, 4].



**Obr. 1:** Elektromagnetické záření [5]

Na lidskou kůži dopadá ultrafialové záření (UV), viditelné (VR, 400-760 nm) a infračervené (IR, 760–3000 nm) záření. Ultrafialové záření má vlnové délky mezi 100 až 400 nm. Konvencí je rozděleno do 3 pásem – A, B, C:

- **Pásmo UVC (100-290 nm)** se běžně v terestriálním záření nevyskytuje. Někdy se nazývá germicidní, protože se používá k prostorové dezinfekci operačních sálů, laboratoří apod.
- **Pásmo UVB (290-320 nm)** představuje přibližně 1 % celého energetického objemu slunečního záření dopadající na zemský povrch [1]. Nejúčinnější oblast je okolo 309 nm, tzv. *Doornova* zóna. Pokožka při slunění vlivem těchto paprsků nejprve zčervená, pak

zrudne a je bolestivá na dotek. Do rána mohou vzniknout i puchýře. Pokud opalování proběhne jen k tomuto zčervenání, pak velmi rychle, někdy již do druhého dne, pokožka zhnědne. Zhnědnutí vyvolává kožní pigment melanin [2]. Pásmo UVB je biologicky velmi účinným vyvolavatelem erytému i pigmentace v ozářené kůži a používá se také v dermatologické fototerapii [1]. UVB je primární iniciátor opálení. Je odpovědný za karcinom kůže, fotodermatózy, předčasné stárnutí kůže a syntézu vitamínu D [3].

- **Pásmo UVA (320-400 nm)** je zastoupeno v terestriálním slunečním záření více než 4 %. Používá se zejména v soláriích, v dermatologické fototerapii, může vyvolat erytém i pigmentaci [1]. Dlouho se při slunění nebraly na vědomí. Dnes je známo, že pronikají hlouběji do pokožky – zasahují pigmentotvorné buňky v hlubších partiích. Hnědnutí tak vzniká pomaleji, ale je trvalejší, neboť trvá déle, než se melanin z hlubších partií dostane na povrch pokožky, kde se odlupuje se zrohovatělou vrstvou pokožky. Paprsky UVA oproti paprskům UVB projdou sklem [2]. Pásmo UVA může být ještě rozděleno na UVA I (340-400 nm) a UVA II (320-340 nm) [4].

Viditelné záření představuje asi 50 % slunečního záření. Mimo některé fotodermatózy zatím nejsou popisovány jeho škodlivé účinky na kůži. Používá se k léčbě novorozenecké žloutenky, sezónních afektivních poruch (depresí) v psychiatrii a nově i ve fotodynamické léčbě.

Infračervené záření (760-3000 nm) tvoří zbylých 45 % energie slunečního záření. Proniká hluboko do kůže a způsobuje její přehřátí. [1].

### 2.1.2 Interakce slunečního záření s kůží

K tomu, aby došlo k nějakému biologickému účinku záření, musí být energie absorbována. To je jeden ze základních zákonů fotobiologie (*Grothus-Draperův*). Energie je v tkáni absorbována chemickou látkou, která se pak nazývá chromofor. Tento chromofor je však schopen pohltit záření jen o určité vlnové délce – to charakterizuje tzv. absorpční spektrum. Atomy této látky se v klidu nacházejí v základním stavu, po absorpci energie přecházejí do excitovaného stavu. Od těchto fotochemických dějů se potom odvíjejí veškeré fyto biologické děje [1].

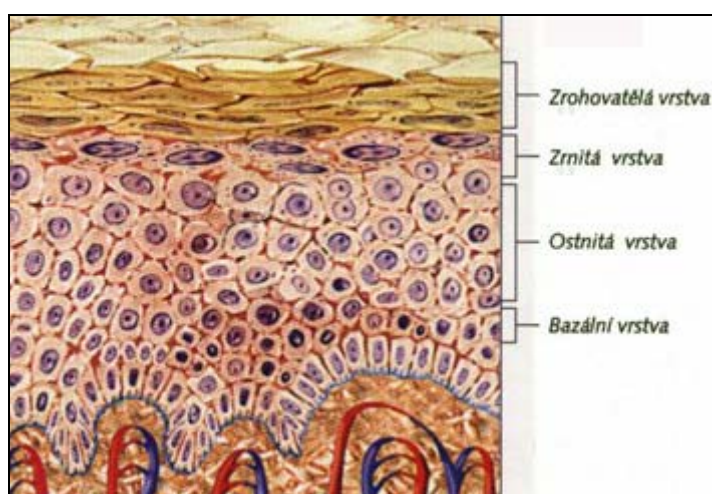
Když záření dopadne na kůži, část je vrácena zpět (pro tuto část se používá souhrnného názvu *remittance*). *Remittance* je definována jako souhrnný podíl dopadajícího záření, který je vrácen zpět z kůže. Zahrnuje část záření, která se odrazí od kožních povrchů, část záření, která je absorbována (*absorpce*) různými vrstvami a část záření, která proniká (*transmise*) hlouběji k následujícím vrstvám buněk, dokud není energie dopadajícího paprsku zcela pohlcena. Jen velmi malá část absorbovaného záření je zpětně vyzařena v delších vlnových délkách (*fluorescence*) [1].

Bledá kůže bělochů vrací asi polovinu dopadajícího viditelného a blízkého IR-záření. UV-záření o vlnových délkách kratších než 320 nm je většinou absorbováno proteiny a jinými složkami epidermálních buněk. Naše vnímání kožní barvy je určeno viditelnou *remitancí* tzn., že bílá kůže vrací více záření než pigmentovaná [1].

Asi 5-10 % dopadajícího světla je odraženo zevním povrchem *stratum corneum* (rohová vrstva kůže, viz **obr. 2**) v závislosti na úhlu dopadu. Protože povrchová *reflektance* je relativně konstantní pro všechny viditelné vlnové délky, tento odraz podstatně neovlivní naše vnímání barvy kůže, ale určuje vzhled kožního povrchu, obzvláště je-li lesklý díky vyhlazení či vlhku. Bělošská kůže vrací zpět asi 50 % dopadajícího viditelného světla zpětným

rozptylem z *dermis* (*koria* - *škáry*). Rozptyl zahrnuje všechny procesy, které vychylují optické záření z jeho dráhy. V případě bledé bělošské kůže v celé její tloušťce představuje celkový objem viditelné *remitance* světlo, které proniklo *epidermis* a bylo rozptýleno v různých hloubkách *koria* a vráceno zpátky přes *epidermis* a kožní povrch. Díky této představě je logické, že za různé barvy v normální kůži může přítomnost, umístění a optická absorpce krve, melaninem a karotenoidy [1].

Melanin, který absorbuje relativně stejnoměrně všechny viditelné vlnové délky a je normálně přítomný v *epidermis*, účinkuje většinou jako neutrální (šedý) filtr, který oslabuje dermální *remitanci*. Krev (hemoglobin) v *koriu* absorbuje kratší (modré a zelené) viditelné vlnové délky, oslabuje tyto spektrální oblasti dermální složky *remitance*. Abnormální umístění a množství těchto nebo jiných pigmentů je zodpovědné za vzhled kůže v patologických stavech [1].



**Obr. 2:** Vrstvy pokožky [6]

### 2.1.3 Optické vlastnosti kůže

Vliv prostředí, které poskytuje kůži pro šíření světelného záření, se uplatňuje ve dvojitým smyslu – jednak záření bez ztráty jeho celkové energie zpomaluje a vyvolává tím řadu reaktivních pochodů v jednotlivých kožních vrstvách a na jejich rozhraních, jednak může být za změny energetických poměrů absorbováno. Při šíření světelného záření v kůži může docházet k jeho lomení, vyvolanému přechodem mezi dvěma prostředími s různým indexem lomu. Na rozhraní dvou povrchů činí podíl reflektovaného světla asi 5 %. Při velmi plochém úhlu dopadu může nastat tzv. totální reflexe, kdy záření nevchází do kožní tkáně vůbec. Pokud záření kůží prochází, pak se tak děje v závislosti na jeho vlnové délce v tom smyslu, že hloubka penetrace je jí přímo úměrná. Tedy zatímco středně-vlnné UVB-záření prochází *epidermis* maximálně do dermálních papil, UVA-radiace se dostává až po rozhraní *koria* a podkoží. Viditelné záření prochází pak až do podkoží. Krátkovlnné UV-záření se vedle toho může po vstupu do kůže i rozptylovat vlivem interakcí s různě nabitými částicemi [7].

#### 2.1.4 Fotochemické změny kůže

Chemické změny vyvolané působením molekul aktivovaných zářením postihují v kožní tkáni zejména nukleové kyseliny, bílkoviny, steroidy a jejich prekurzory, melanin, urokanovou kyselinu, porfyriny a v menší míře i některé další endogenně vznikající sloučeniny, např. vitaminy [7].

##### ➤ Nukleové kyseliny

Absorpční maximum pro DNA se nachází při vlnové délce 260 nm, přičemž maxima purinových a pyrimidových kruhů jejich bází – adeninu, guaninu, thyminu a cytosinu – jsou v oblasti UVC 245-280 nm. Vzhledem k nepřítomnosti krátkovlnné UVC – radiace na zemském povrchu je třeba přičíst změny DNA převážně paprskům vlnových délek UVB kratších než 300 nm. Působením této radiace se tvoří kovalentní vazby mezi sousedními thyminovými bázemi na šroubovici DNA (cyklobutanové thyminové dimery). Jako následek přímé fotochemické reakce vznikají zkřížené kovalentní vazby mezi bílkovinami a nukleovými kyselinami. Tyto změny způsobují nekrózu buněk, vznik mutací nebo poškození, následně pak opravovaných pomocí buněčných enzymů. Některé tyto změny se účastní i v pochodech karcinogeneze. Z hlediska tvorby složek nukleových kyselin v buňkách lze uvést, že již za 1-3 hodiny po ozáření UVB lze zjistit snížení syntézy DNA, RNA a bílkovin, která se vrací k normálním hodnotám po 24 hodinách s tím, že se pak po následujících 24-72 hodin přechodně kompenzačně zvyšuje [7].

##### ➤ Bílkoviny

Hlavním následkem fotochemických reakcí je oxidace aminokyselin histidinu, cysteinu a tryptofanu, přičemž jejich absorpční maximum se nachází většinou při 280 nm [7].

##### ➤ Steroidy

Prekurzor steroidních hormonů, cholesterol, může být ve fotosenzibilizačních pochodech oxidován, a ty pak mohou být vzhledem k jeho přítomnosti v buněčných membránách ireverzibilně poškozovány. Absorpce steroidů závisí na počtu dvojných vazeb v jejich molekule a nastává vlivem působení radiace o vlnové délce kolem 300 nm [7].

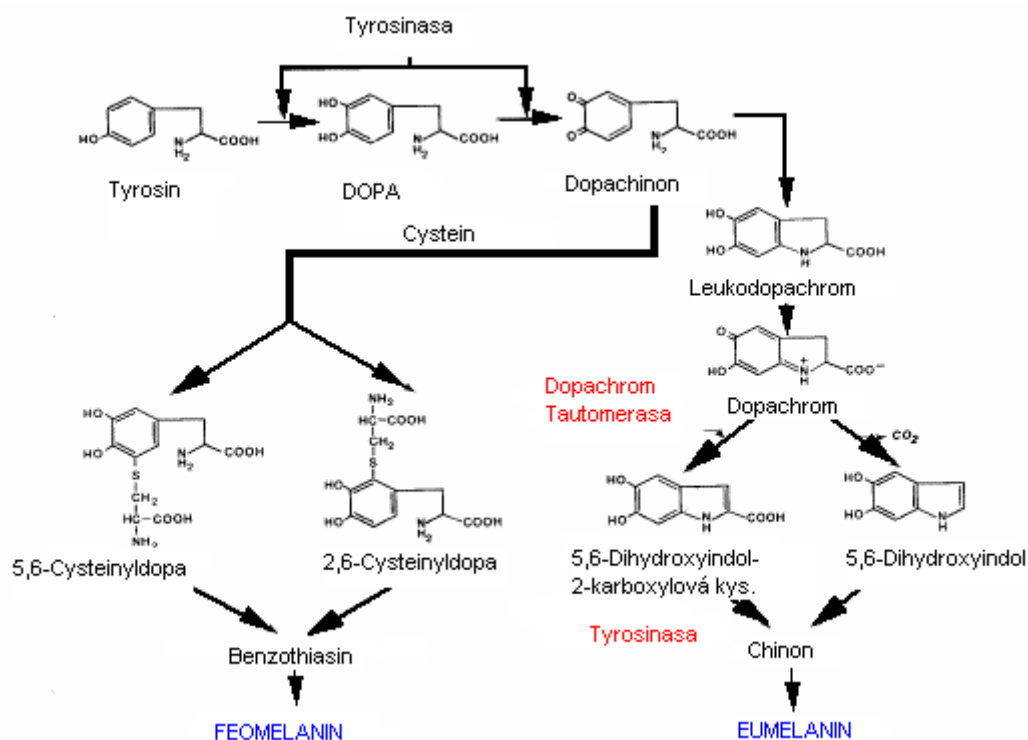
##### ➤ Melanin

Melaninový pigment absorbuje světlo v širokém pásmu zahrnujícím viditelnou i ultrafialovou oblast. Jeho působením stoupá množství volných radikálů, vyvolávajících pak oxidativní reakce. To je mechanismem reakce časného tmavnutí pigmentu v kůži. V dalším se vlivem UVA-záření vytváří nový melanin (tzv. pozdní pigmentace) [7].

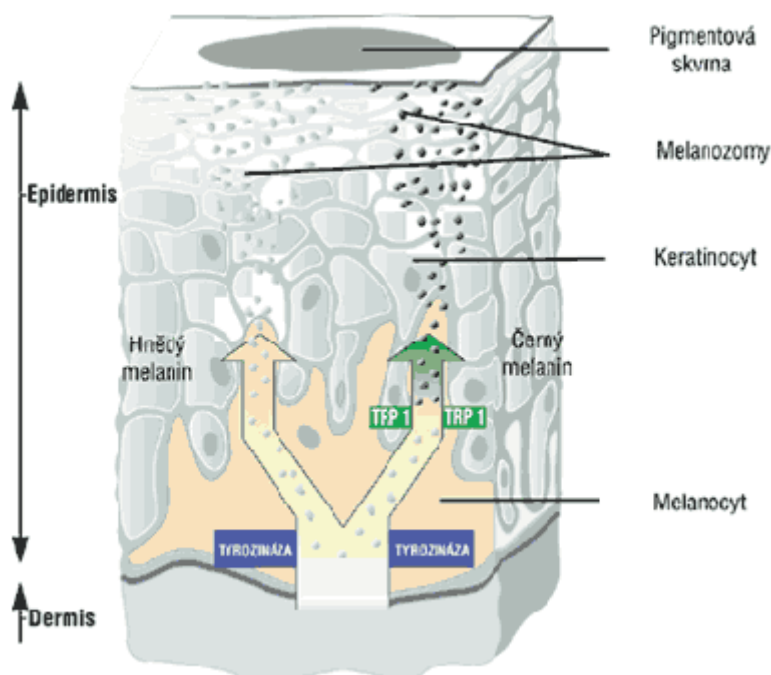
Proces tvorby melaninu se nazývá melanogeneze (**obr. 3**). Při poruše regulace melanogeneze dochází k nadměrné produkci kožního barviva a vznikají hnědé pigmentové skvrny (**obr. 4**) [8, 9, 10, 11].

Melanin je heteropolymerní pigment, produkovaný v epidermálních melanocytech v nich obsaženými organelami, melanozomy. Z nich se cytokrinním procesem dostává dendritickými výběžky do keratinocytů. Jeho množství v kůži podmiňuje různý stupeň pigmentace u jednotlivých lidských ras, projevující se jako jejich fototyp. Míra syntézy melaninu v melanocyту závisí na aktivitě enzymu obsahujícího měď – tyrosinázy. Tato aktivita je geneticky regulována. Melanozomy přitom poskytují bílkovinnou matici pro inkorporaci tyrosinázy, přeměňující aminokyselinu tyroxin přes řadu prekurzorů ve finálně vznikající

melanin. Uvedený enzym katalyticky ovládá první dvě reakce biosyntetického pochodu [7]. Postup melanogeneze je schematicky znázorněn na následujícím **obr. 3**.



**Obr. 3: Melanogeneze [8]**



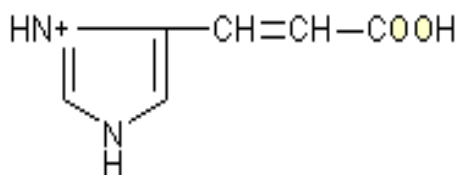
**Obr. 4: Pigmentová skvrna [12]**

Melanosomy syntetizované uvnitř melanocytů jsou přemístěny do keratinocytů přes melanocytové dendrity, což udržuje stálou zásobu melaninu v pokožce, která pak v konečném důsledku určuje zbarvení pleti [9]. Dalo by se říct, že na tomto principu je založen nejzřejmější etnický rozdíl. Všechny rasové skupiny jsou však nakonec více či méně vystaveny procesu stárnutí kůže [10].

Také přirozená barva vlasů hraje důležitou roli v ochraně vlasových proteinů. Indické a čínské černé vlasy, které jsou bohaté na melanin, vzdorují fotochemické degradaci mnohem lépe než vlasy evropského původu s mírným, nízkým nebo dokonce žádným obsahem melaninu [11].

### ➤ Urokanová kyselina

Urokanová kyselina chemickým názvem kyselina 3-(4-imidazolyl)akrylová (**obr. 5**). Tato sloučenina je přítomna v epidermální tkáni i v potu. S potem vychází na pokožku a je součástí kyselého ochranného filmu [7]. Je to deaminovaný produkt histidinu [1]. Má schopnost absorpce UV záření. Je to vlastní UV filtr pokožky, který si tělo samo syntetizuje. S potem vychází na pokožku a je součástí kyselého ochranného filmu. Tato kyselina a její soli nejsou rozpustné v tucích [13]. Vlivem UVB-záření dochází k její izomerizaci z cis- na trans-formu, což jí mělo propůjčovat určité fotoprotektivní působení. Jak se nověji zdá, má tato reaktivita i významný imunologický dosah [7].



**Obr. 5:** Urokanová kyselina [14]

## 2.1.5 Účinky ultrafialového záření na kůži

UV-záření vyvolává na kůži dvojí druh účinků, a to účinky časné a pozdní. K prvním lze řadit radiačně zprostředkovaný zánět, opálení, imunologické změny, hyperplazii a syntézu vitamínu D. K druhým se pak počítá stárnutí kůže a fotokarcinogeneze [7].

### 2.1.5.1 Časný typ účinků

#### ➤ Radiačně podmíněný zánět

Absorpce ultrafialového záření bílkovinami a DNA kůže má za následek vznik molekulárního a buněčného poškození, spojeného s poruchou tkáňových funkcí a zánětem. Příznaky zánětu, tzn. erytém, otok, pálení a bolest, nastávají spolu s poruchami funkce v průběhu několika hodin, nejvýš dnů. Erytemogenní je převážně UVB-záření vlnové délky kolem 330 nm, poněkud menší efekt v tomto smyslu má záření pásma 260-280 nm. Pokud jde o subjektivní pocity, pak nejintenzivnější opálení nastává po expozici UVB-radiaci vlnové

délky 307,5 nm. Minimální erytémová dávka (MED) UVB-záření se pohybuje v závislosti na objektivních podmínkách, charakteru zářiče, stavu kůže a individuálních vlastnostech ozářené osoby při hodnotě  $300 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$  [7].

### ➤ **Opálení**

Časný typ opálení s krátkodobým trváním se může projevit již po méně než minutě expozice záření UVA-oblasti nebo krátkovlnné části záření viditelného o intenzitě  $20\text{--}120 \text{ kJ} \cdot \text{m}^{-2}$ . Podstatou tohoto procesu je fotooxidativně zprostředkované ztmavnutí preformovaného melaninu a jeho přenos z melanocytů do keratinocytů. Tento typ opálení významněji nebrání pozdějšímu vzniku zánětlivého erytému, i když melaninové „čepičky“ nad jádry epidermálních buněk do jisté míry chrání citlivější intracelulární struktury. Pozdní typ opálení je trvalejší a udržuje se po dny i týdny. Dostavuje se až po několika dnech, dokonce i týdnech, po expozici radiaci intenzity  $400 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$  v případě UVB, v případě UVA  $150\text{--}200 \text{ kJ} \cdot \text{m}^{-2}$ . Pozdní opálení vyžaduje vytvoření se nového melaninu v melanocytech a jeho transfer do keratinocytů. Zvětšuje se přitom velikost, mění tvar a stoupá i enzymová aktivita melanocytů, aktivují se klidové melanocyty a vytvářejí nové v diferenciálních pochodech jejich buněčných prekurzorů. Erytemogenní aktivita kůže klesá následkem těchto procesů dva- až třikrát. O indukci tohoto typu opalovacích pochodů se míní, že je důsledkem přímé aktivace enzymů tyrosinázového komplexu [7].

### ➤ **Imunologické změny**

Všechna tři pásma ultrafialového záření vyvolávají na kůži i při nízkých dávkách radiace poškození Langerhansových buněk a ovlivnění jejich funkce. Indukují se místo nich jiné buňky kůže prezentující antigen a cirkulující antigen-specifické supresorové T-lymfocyty, čímž se mění charakter procesů prezentace antigenů a zvyšuje míra imunosuprese [7].

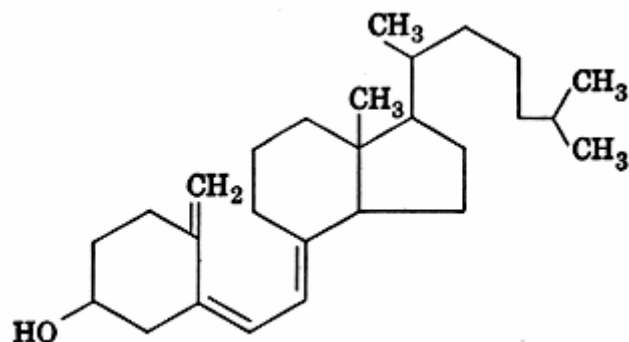
### ➤ **Hyperplazie kůže**

Hyperplastické změny, trvající i několik měsíců, přicházejí běžně po UVB, ne však po UVA-iradiaci. Tyto změny jsou následkem urychlení syntézy DNA, RNA a bílkovin s mnohonásobným zvýšením mitotické aktivity keratinocytů, nastávající po jejím krátkodobém snížení. *Epidermis* i *korium* se ztlustují až čtyřnásobně, což přináší významný vzrůst fotoprotektivní schopnosti kůže. Hyperplazie se ve svých fotoprotektivních vlastnostech významně uplatňuje zejména u osob světlé pleti, kde větší opálení nenastává [7].

### ➤ **Syntéza vitaminu D**

Kůže je po jatrní tkáni nejvýznamnějším místem tvorby cholesterolu. Derivát této sloučeniny 7-dehydrocholesterol se mění v provitamin  $D_3$  a ten se metabolizuje ve vitamin  $D_3$  (**obr. 6**), který je transportován do oběhu po vazbě na specifické proteiny [7]. K přeměně je zapotřebí dvou kroků. V prvním kroku 7-dehydrocholesterol absorbuje záření o vlnových délkách kratších než 320 nm a přemění se na provitamin  $D_3$ . Tato reakce probíhá v *epidermis*, ale bazální vrstva a Malpighická vrstva mají nejvyšší koncentrace provitaminu  $D_3$ . Ve druhém kroku dochází k termální izomerizaci na formu vitaminu  $D_3$ , který je přednostně navázán na protein vážící vitamin D v kapilárách [1].





Obr. 6: Vitamín D<sub>3</sub> [15]

#### 2.1.5.2 Pozdní typ účinků

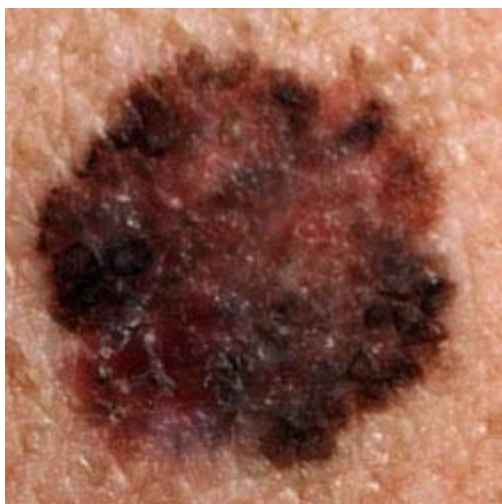
##### ➤ Stárnutí kůže (photoageing)

Tento jev nastává vlivem kumulujícího se poškození DNA, vyvolávaného opětovnou expozicí slunci, eventuálně i umělým UV-zářičům. Přitom *epidermis* je poškozována převážně UVB-paprsky, dermis jak UVB-, tak i UVA-paprsky. Klinicky se pozoruje na kůži, a to zejména v slunci exponovaných oblastech, postupný vznik vrásek, suchost a zhrubění kůže, žloutnutí, skvrnitá hyperpigmentace a postupné ochabování kožního turgoru. Mikroskopicky se to projevuje elastoidózou a hromaděním amorfního materiálu z degenerované elastiky v horním *koriiu*. Je postižen i kolagen, přičemž se zvyšuje podíl jeho typu III [7].

##### ➤ Fotokarcinogeneze

Jak UVB, tak v menší míře i UVA-radiace vyvolávají vznik aktinických keratóz a nemelanomových zhoubných kožních nádorů (**obr. 7 a 8**), batalionu a spinaliomu. V menší míře to platí i pro maligní melanom. Zodpovídají za to patrně změny DNA spočívající v chybné opravě jejího zářením způsobeného poškození, společně s poruchou imunitních funkcí [7].

Průkaz karcinogenního působení solární radiace byl primárně poskytnut epidemiologickými studiemi, když vznik kožních nádorů následuje až po desetiletích radiační expozice. Souvislost vzniku nádoru a záření vyplývá přitom ze skutečnosti, že jsou kožní nádory lokalizovány vesměs v místech nekryté kůže, jsou častější u osob pracujících venku, u osob bílé rasy než u příslušníků ras tmavých, mají značnou prevalenci u bělochů žijících v tropech, zejména osob prvního a druhého pigmentačního typu, mají stoupající tendenci vzniku u lidí, kteří jsou vystavováni vlivu slunce již od dětství, a konečně jsou nádory zvýšeně časté u nemocných s *xeroderma pigmentosum*. Buňky poškozené UV-zářením funkčně postrádají reparační systémy, které jinak zabezpečují jejich integritu. Ozáření vysokou dávkou VR vyvolává solární dermatitidu, stejně jako v krátkých intervalech opakované vystavení dávkám menším, a to vzhledem k přetížení reparačních systémů a nenapravení radiačního buněčného poškození. Z toho vyplývá vznik mutací DNA v oblasti onkogenních a tumor-supresivních genů a tvorba maligních buněčných klonů [7].



**Obr. 7:** *Nádor kůže [16]*



**Obr. 8:** *Karcinom kůže [17]*

### 2.1.6 Fotodermatózy

Spektrum kožních obtíží, které mohou nastat po expozici, je velmi široké: od prostého erytému kůže přes vznik papulek, puchýřků, edému až po kopřivkové vyrážky. Reakce může nastupovat ihned po ozáření (příkladem může být solární kopřivka), nezřídka je však interval mezi expozicí a klinickými projevy mnohem delší (chronická aktinická dermatitida). Je pochopitelné, že do podmínek vzniku fotodermatózy vstupuje i individuální citlivost kůže každého jedince na UV-záření, zejména ve smyslu náhle nebo postupně porušované přirozené fotoprotekce. Reakce kůže na působení světla je při svém fototoxickém typu striktně omezena na exponované kožní plochy na tzv. heliotropní lokalizaci. Ušetřena zůstávají místa tzv. přirozeného stínu, tj. horní víčka, kůže horního rtu, krajina pod bradou, trojúhelník za ušima, pod náramkem hodinek a kožní záhyby (šije, postranní části krku, břišní záhyby) [1].

Následuje přehled nejčastějších fotodermatóz [1]:

#### **A) Fotosenzibilizace zevními podněty**

- Fototoxická
- Fotoalergie

Fotodermatózy, u nichž je vyvolaná abnormální reakce kůže způsobená interakcí určitých chemických substancí (fotosenzibilizátorů) v těle s ozářením UV nebo viditelným světlem [1].

Fototoxické reakce jsou neimunologické, přímo závislé na dávce, abnormálně nadsazené reakce na sluneční expozici. Kůže reaguje erytémem, otokem a puchýři, přímým poškozením buněk prostřednictvím chemické substance (chromoforu) pro aktivaci hlavně UVA-zářením. Může postihnout každého jedince bez ohledu na rasu a fototyp [7].

Fotoalergické reakce jsou imunologicky akutní nebo chronické reakce, u nichž se jedná o typickou buněčně zprostředkovanou alergickou reakci pozdního typu, jejíž mechanismus se nijak neliší od vzniku alergické kontaktní dermatitidy. Tato reakce se od reakce fototoxické odlišuje zejména v tom, že má aferentní a eferentní fázi, postihuje jen vnímavé osoby a její vznik nezávisí na koncentraci fotoalergenu nebo době expozice jeho vlivu. Akční spektrum těchto reakcí spadá obvykle do pásma UVA-záření [7].

*Fytofotodermatitis* je zánět kůže vznikající po dotyku s určitými rostlinami (vojtěška, bolševník, svlačec) nebo výtažky z rostlin během následující sluneční expozice [13]. Odpovědné substance jsou většinou furokumariny obsažené v mnohých rostlinách a plodech (citrony, celer, petržel). V akutním stadiu vzniká erytém, puchýře a puchýřky na místech dotyku [1].

V odborné literatuře je také popsána tzv. *Berloque dermatitis*, kdy po použití parfémů a následném vystavení slunečnímu záření může dojít k pruhovitým zarudnutím a hyperpigmentacím. Způsobují ho také přípravky z bergamotového oleje [13].

### **B) Získané idiopatické fotodermatózy**

- Polymorfní světelná erupce (PLE)
- Aktinické prurigo (AP)
- Hydroa vacciniforme
- Světelná urtikárie
- Chronická aktinická dermatitis

*Chronická aktinická dermatitis* způsobuje přetrvávající ekzematózní nebo pseudolymfomatoidní změny na exponované kůži s případným postupným rozšířením změn na pokrytou kůži. Akční spektrum spadá do oblasti UV-záření nebo do vlnových délek viditelného světla za nepřítomnosti exogenního fotosenzibilizátoru [1].

### **C) Fotosenzitivní genodermatózy a choroby z poruch látkové výměny**

- Porfýrie

*Porfýrie* jsou skupinou enzymatických poruch při syntéze hemu s regulativně podmíněnou nadprodukcí abnormálních meziproduktů. Tyto meziprodukty (porfyriny) se v těle hromadí a jejich přítomnost se projevuje v kůži mimo jiné akutně bulózními nebo chronickými příznaky fotosenzitivity. Základní rozdělení této metabolické poruchy je na jaterní a erythropoetické. Pro diagnostiku porfýrií je většinou rozhodující detekce porfyrinů v moči, stolici a v krvi [7].

### **D) Poruchy DNA**

- Xeroderma pigmentosum
- Cockayneův syndrom
- Bloomův syndrom

Tzv. *Bloomův syndrom* je onemocnění s popisnějším názvem „kongenitální teleangiektatický erytém s opožděním růstu“. Vyznačuje se z dermatologického hlediska fotosenzitivním erytémem kůže obličeje s angiektáziemi, malým růstem, změnou výrazu obličeje, poruchami imunitní odpovědi a zvýšenou tendencí ke vzniku malignit. Onemocnění je dědičné s autozomálně recesivním způsobem přenosu s tím, že většina postižených je mužského pohlaví [7].

### ***E) Poruchy metabolismu tryptofanu***

- Hartnupův syndrom

*Hartnupův syndrom* je genodermatózou s autozomálně dominantním způsobem dědičnosti, podmíněnou poruchou transportu aminokyselin. Začíná v dětském věku výsevem erytémových, později olupujících se a posléze infiltrovaných a hyperpigmentovaných ploch na kůži jako důsledek oslunění. Kromě patologických změn kůže bývají u tohoto syndromu pozorovány změny neurologické, zejména cerebelární ataxie. Z hlediska patogeneze choroby se má za to, že kožní změny po oslunění jsou následkem poruchy absorpce tryptofanu s následným snížením disponibility nikotinové kyseliny. Nikotinamid (vitamin PP) a lokální fotoprotekce jsou údajně schopny kožní i neurologické příznaky této metabolické poruchy výrazně zlepšit [7].

### ***F) Dermatózy, které se (fakultativně) zhoršují světlem***

- akné
- aktinická follikulitida
- dematomyositida
- disseminovaná povrchová aktinická porokeratóza
- erythema multiforme
- karcinoid-syndrom
- keratosis follicularis
- kožní T-lymfom
- lichen ruber
- lupus erythematosus
- pellarga
- pemphigus familiaris
- pemphigus foliaceus
- pityriasis rubra pilaris
- retikulární erytematózní mucinóza (REM)
- psoriasis
- seborrhoická dermatitida
- transientní akantolytická dermatóza
- virové infekce

## **2.2 Ochrana kůže před UV zářením**

### **2.2.1 Přirozená ochrana kůže pře UV zářením**

- Hnědé kožní barvivo melanin - podle jeho množství v kůži a odpovědi každého jedince na sluneční ozáření rozdělujeme lidi na tzv. fototypy (**tab. 1**) [2, 13].
- Kyselina urokanová [7, 13, 14].
- Zesílení rohové vrstvy kůže (keratinizace) [1, 13].
- Selektivní akumulace lipofilních karotenoidních pigmentů ( $\beta$ -karotenu) [1].
- Excisní opravná kapacita kožních buněk opravuje poškození DNA vyvolaná UV-zářením [1].

**Tab. 1: Fototypy podle citlivosti vůči UV záření [2]**

| <b>Fototyp</b> | <b>Vzhled pokožky, barva vlasů</b>                      | <b>Reakce pokožky na UV záření</b>   | <b>Rychlost zčervenání</b> | <b>Podíl populace</b> |
|----------------|---|--------------------------------------|----------------------------|-----------------------|
| <b>I</b>       | pokožka bílá, sklon k tvorbě pih, vlas světlý až rusý   | jen zčervená, nezhnědne, vznik pih   | po několika minutách       | asi 5-15 %            |
| <b>II</b>      | pokožka slabě pigmentovaná, vlas světlý až světle hnědý | zčervená a po několika dnech zhnědne | 10-15 min                  | 20-35 %               |
| <b>III</b>     | pokožka silně pigmentovaná, vlas hnědý až tmavohnědý    | více zčervená, ale rychle zhnědne    | 20-30 min                  | 20-35 %               |
| <b>IV</b>      | pokožka stále hnědá, vlas tmavohnědý až černý           | nečervená, jen zhnědne               | -                          | asi 15 %              |

## **2.2.2 Faktory umělé ochrany vůči slunečnímu záření**

### **2.2.2.1 Aktivní ochrana**

#### **➤ Fotoprotektivní adaptace**

Postup má za cíl restituovat přirozené fotoprotektivní vlastnosti kůže. Sahá se k němu většinou před sezonou solární expozice. Znamená opakované (6-20x) UV-ozáření těsně podprahovými dávkami, které podpoří přirozené mechanismy fotoprotekce [1].

#### **➤ Fotochemoprotekce**

Tento způsob zahrnuje použití přípravku s velmi nízkým obsahem UV-filtru absorbujícího v UVB oblasti spolu s expozicí přirozenému slunečnímu světlu v nízkých dávkách. Vyvolá to mírné ztlustění rohové vrstvy kůže a produkci melaninu. Tato metoda je použitelná i u jedinců s fototypem I a II [1].

### **2.2.2.2 Pasivní ochrana**

#### **➤ Ochrana stíněním [1]**

Klobouky.

Přístřešky a slunečníky.

Stany.

#### **➤ Fotoprotekce textiliemi**

Důležitý je fotoprotektivní faktor textilií (UPF), jeho stanovení je analogické stanovení SPF. Je definován jako poměr efektivní UV-iradiace nechráněné kůže k efektivní UV-iradiaci kůže chráněné textilií. U textilií záleží na jejich materiálu, porózitě, tloušťce, barvě, roztažení, vlhkosti a sepranost (**tab. 2**) [1].

**Tab. 2: Vlastnosti ovlivňující UV-ochranný faktor textilií (UPF) [1]**

| Vlastnost                        |                                     | Vliv na UPF |
|----------------------------------|-------------------------------------|-------------|
| Materiál                         | bavlna, viskóza, len, umělé hedvábí | -           |
|                                  | nylon, vlna, hedvábí                | +           |
|                                  | polyester                           | +           |
|                                  |                                     |             |
| Hustota vláken                   |                                     | +           |
| Váha textilie na jednotku plochy |                                     | +           |
| Tloušťka textilie                |                                     | +           |
| Tmavá barva                      |                                     | +           |
| Impregnace UV absorbéry          |                                     | +           |
| Roztažení ( <i>stretch</i> )     |                                     | -           |
| Vlhkost (bavlněné)               |                                     | -           |
| Sepranost (bavlněné)             |                                     | +           |

### ➤ Antioxidanty

Řada nežádoucích účinků UV-záření na kůži je spojena se vznikem tzv. volných radikálů. Jsou to látky schopné samostatné existence, které mají na vnějším orbitu nepárový elektron. Většina těchto molekul je vysoce reaktivní. Vlivem volných radikálů dochází k oxidačnímu poškození tkáně, oxidaci nukleových kyselin s porušením genetické informace, poruchám funkce buněčných membrán, oxidaci bílkovin s narušením jejich transportních a enzymatických funkcí. Volné radikály jsou trvale odstraňovány komplexem tzv. antioxidantů [1].

#### *Enzymatické antioxidanty [1]*

1. SOD (superoxiddismutáza) – katalyzuje a urychluje dismutaci superoxidových radikálů za vzniku  $H_2O_2$ .
2. KAT (kataláza) – v návaznosti na činnost SOD metabolizuje vznikající kvantum  $H_2O_2$ , který jinak představuje potenciální zdroj volných radikálů.
3. GSHP<sub>x</sub>, GR (glutathion-peroxidáza, glutathion-reduktáza) – komplex antioxidantů metabolizujících  $H_2O_2$  za použití glutathionu a zajišťujících jeho zpětnou redukci.

#### *Neenzymatické antioxidanty [1]*

1.  $\alpha$ -tokoferol (vitamin E) – hlavní antioxidant buněčných membrán.
2. Kyselina askorbová (vitamin C) – zajišťuje regeneraci  $\alpha$ -tokoferolu.
3. Ubichinol
4. Glutathion (GSH) – nejdůležitější intracelulární antioxidant. Umožňuje reparaci DNA poškozené činností volných radikálů.

#### **2.2.2.3 Rychle ztmavující prostředky**

Existuje skupina tzv. rychle ztmavujících prostředků, což jsou přípravky, které dokáží ztmavit kůži i bez opalování, popř. její ztmavnutí urychlují. Jejich podstatou jsou látky, které se vážají na rohovou vrstvu kůže a autooxidují. Jedná se nejčastěji o 3-5 % dihydroxyaceton, a to buď samotný nebo v kombinaci s 0,25 % lawsonem (1,4-dihydroxynaftochinon). Díky

tělesnému teplu a kyslíku ze vzduchu se dihydroxyaceton oxiduje a polymerizuje, tmavne a váže se selektivně na histidin a tryptofan v keratinu. Zbarvení kůže zůstává 5-7 dní, pak se ztrácí následkem fyziologické deskvamace rohové vrstvy kůže. Lze jej postupně vymýt mýdlem a vodou, popř. alkoholem a acetonem. U těchto prostředků je fotoprotekce velmi nízká [1].

## 2.3 UV-filtry

UV-filtry jsou látky, které ochraňují strukturu a funkci lidské kůže před aktinickým poškozením. Přestože jsou v USA řazeny mezi léky a vztahují se na ně přísné předpisy FDA (*Food and Drug Administration*), v Evropě jsou většinou považovány jen za kosmetiku [1].

Jednu z nejpoužívanějších ochranných látek proti UV paprskům v současnosti reprezentuje *trans 2-ethylhexyl-4-methoxycinnamate* (trans EHMC) [18].

Přípravky s UV-filtry bývají pro zesílení ochranně-regeneračního účinku velmi často obohaceny o ceramidy, které podporují epidermální bariérovou reparaci. Přírodně identické ceramidy jsou však poměrně drahé a obtížně formulovatelné. Proto byl v nedávné době vyvinut nový pseudoceramid, *N-palmitoyl-4-hydroxy-L-proline palmityl ester*. Tento pseudoceramid může být díky svému nízkému bodu tání (60°C) snadno přidán do kosmetických přípravků a zároveň byl vyhodnocen jako velmi bezpečný pro použití v kosmetice [19].

### 2.3.1 Ochranný protisluneční faktor SPF

Ochranný protisluneční faktor (SPF) je nejdůležitějším údajem UV-filtrů. Je definovaný jako poměr minimální erytemové dávky (MED) chráněné kůže a MED kůže nechráněné UV-filtrem [4]. Znamená to, že čím je SPF vyšší, tím je ochrana lepší. Pro praxi to přibližně znamená násobky doby pobytu na slunci do vzniku erytému. Ochranný faktor je činitel, pomocí něhož zjistíme, jak dlouho se můžeme opalovat [1]. Model lidské kůže se používá k vyhodnocení efektů UV-záření. Paprsky v UVA oblasti způsobují biologické poškození kůže, způsobují uvolnění a odpadnutí kožního strupu. Tyto dva parametry jsou důležité pro hodnocení efektů UV-záření [20].

Protože SPF měří spálení, jde převážně (ale ne výhradně) o míru ochrany proti UVB záření. SPF se měří *in vivo* používáním lidských dobrovolníků a používáním pevných metod. Během posledních dvaceti let byly publikovány a evidovány národní SPF metody v Německu, USA, Kanadě, Jižní Africe, Austrálii a v Japonsku [3]. Pro Evropu platí normy vydávané organizací COLIPA (*Comité de Liaison des Associations Européennes de l'Industrie de la Parfumerie de Produits Cosmétiques et de Toilette*), která testuje deset dobrovolníků s fototypem I-III a reakci odečítá za 20 hodin [1].

Historicky byly jednotlivé národní metody značně odlišné, což vyústilo v rozdíly v určování SPF. Výrobci na celém světě pracují společně na tom, aby sladili procedury. Dnes jsou metody v určování SPF víceméně stejné. SPF testování je založeno na základním předpokladu, že účinnost opalovacího krému může být odhadnuta vystavením jedince zdroji UV-záření a srovnáním nejnižší dávky UV, která je potřebná ke zčervenání nechráněné kůže (minimální dávka vyvolávající zčervenání MED) a dávky potřebné ke zčervenání kůže chráněné určitým množstvím produktu na opalování [3].

Podle aktuální evropské legislativy musí každý přípravek na ochranu proti slunečnímu záření zajistit nejen ochranu proti UVB-záření, ale i ochranu proti UVA-záření. Ochrana proti UVA-záření musí představovat minimálně jednu třetinu hodnoty udávané pro ochranu proti UVB-záření. Pro značení výše ochrany proti UVB se používají 4 kategorie: nízká (SPF 6-10), střední (SPF 15-25), vysoká (SPF 30-50) a velmi vysoká (SPF 50+). Kromě značení kategorie je možno nadále uvádět i konkrétní hodnotu SPF. Jako nejnižší přípustná ochrana u prostředku, který bude deklarovat ochranu proti slunečnímu záření, je stanovena hodnota SPF 6 [3, 18].

### **2.3.1.1 Minimální erytémová dávka (MED)**

MED je definována jako nejmenší množství záření specifické vlnové délky nebo škála vlnových délek, které produkuje jednoznačné zčervenání lidské kůže 24 hodin po expozici. Dávka záření je přímo úměrná celkovému času vystavení záření, a proto je MED často popsána jako celková dávka energie nebo expoziční doba při určitém konstantním energetickém toku. Závisí na vlnové délce a intenzitě zdroje ozáření. Doba nebo dávka MED se může pohybovat od minut (vysoká intenzita UVB) po hodiny (intenzita UVA). V tomto rozsahu se rovněž objevují menší variace mezi jednotlivými typy kůže. Pomocí MED můžeme definovat ochranný faktor (SPF) jako poměr dávky energie požadované k vyvolání MED na chráněné kůži (MEDp) a dávky požadované k vyvolání MED na nechráněné kůži (MEDu) [3].

Příklad: člověk, který použije produkt s faktorem 10, bude schopen zůstat vystaven záření 10 krát delší dobu než bez ochrany, než se objeví zčervenání kůže. Jedinec přijme jen jednu desetinu expozice použitím přípravku s faktorem 10, než by přijal za stejný čas, kdyby se nechránil. Osoba s fototypem kůže I použitím stejného přípravku bude chráněna na mnohem menší dobu než osoba s fototypem kůže IV. Důvodem je jejich větší citlivost k UV-záření a proto nižšímu MED času chráněné i nechráněné kůže [3].

### **2.3.1.2 Testování SPF in vivo**

Testování SPF *in vivo* je typicky uskutečňováno na kůži zad deseti až dvaceti dobrovolníků s kůží typů I až IV. Na počátku se určuje MEDu každého jedince exponováním  $1\text{ cm}^2$  počtu míst na kůži (obvykle 5 nebo 6) rostoucím dávkám ozáření ze solárního simulátoru. Sluneční simulátor vyzařuje spektrum UV-záření (290-400 nm) přizpůsobené jak nejvíc to je jen možné k polednímu slunečnímu světlu. Ozářená testovaná místa jsou zkoumána vizuálně nebo reflektancí kolorimetrie přibližně 24 hodin po expozici. Nejnižší dávka, která způsobila první jednoznačné zčervenání, je definována jako MEDu nechráněné kůže. Poté je aplikován testovaný přípravek na oddělenou oblast na zádech dobrovolníků, přesně  $2\text{ mg} \cdot \text{cm}^{-2}$ , to je charakteristické pro běžný průměr míry používané aplikace. Test je poté opakován užitím nové série rostoucích dávek záření, v kterých je prostřední expozice rovna předtím určené MEDu násobené očekávaným číslem SPF faktoru výrobku. Opět je odhadnuta dávka expozice požadovaná k vytvoření první známky zčervenání na kůži chráněné produktem (MEDp). Z těchto hodnot je vypočítán SPF [3].

Jelikož SPF test používá dobrovolníky, je vystavený určitému stupni biologické proměnlivosti mezi jednotlivými dobrovolníky, způsobenému takovými faktory jako typ kůže, podmínky na kůži (pocení, teplota, zvrásnění atd.) a rovnoměrnosti naneseného



produktu. Systémová proměnlivost může taky vzejít z faktorů jako sluneční simulátor, změna zdroje záření, prostředí (teplota, vlhkost, proudění vzduchu atd.) a přesnosti MED stanovení. Vzhledem k tomu většina SPF metod stanovuje limit přijatelné variability v individuálních výsledcích testu, kterou zaručuje rozumně velký test, který je aplikován na 10 až 20 dobrovolníků [3].

### 2.3.1.3 Měření SPF *in vitro*

Pokud jde o označení výrobku studia s lidskými dobrovolníky jsou stále používána k určování SPF označeného na komerčním přípravku proti slunci. *In vitro* pomocné metody jsou široce používány ve vývoji výrobků na opalování jako způsob k časnému odfiltrování potenciálně chudých preparátů, poskytují tak těm s lepšími vlastnostmi, aby mohly být úspěšně předloženy pro studie *in vivo*. Společnosti aplikující techniky *in vitro* věnovaly značnou dobu a náklady opakovaně předkládaným výrobkům pro testy dobrovolníků, které nemusely dosáhnout požadovaného SPF. Techniky *in vitro* mohou pomoci odstranit některé z biologických variabilit při testování *in vivo* a jsou také výhodné obzvláště v situacích, ve kterých nedostatek vhodných biologických závěrů zabrání použití techniky *in vivo* - jako například měření UVA. Fyzikální absorbance agentů opalovacího krému lze snadno měřit spektrofotometricky [3].

Důležité faktory jsou solvatační účinky základního preparátu, do kterého je přidáván opalovací krém, reologické vlastnosti konečného přípravku a povrchová topografie média, na kterém je produkt na opalování rozetřen. Z těchto důvodů *in vitro* techniky potřebují používat dokončené preparáty aplikované na substráty stimulující kůži nebo na samotnou vyříznutou kůži. Jednou z technik, které rozpoznají tyto důležité součásti, zahrnují použití kožních replik vyrobených z UV transparentní pryskyřice. Intenzita úzkého pásma UV-radiace přenášené skrz repliku byla měřena požitím širokého pásma UVB detektoru před a po aplikaci produktu [3].

Z těchto měření může být vypočítán odhad SPF. Technika byla vyvinuta do metody, ve které je používána dekorativní UV transparentní lepicí páska jako substrát, na který se aplikuje produkt. Široký pás světla (UVA a UVB) je orientovaný přímo na povrch pásky a následuje použití testovacího přípravku proti slunci. Snímací spektrometr je pak použit ke změření přenosu skrz produktem. Tato jednotlivá měření přenosu mohou pak být použita k výpočtu série specifických ochranných faktorů proti vlnovým délkám nebo monochromatických ochranných faktorů (mPF), které zakreslené proti vlnovým délkám dávají vizuální reprezentaci ochrany výrobku napříč celým UVA/UVB spektrem [3].

### 2.3.2 Mechanismus UV-filtrů

Podle mechanismu se UV-filtry rozdělují na **chemické absorbéry** a **fyzikální blokátory** (*tab. 3*) [4]. Chemické absorbéry jsou látky, které pohlcují UV-záření. Absorbovanou energii přeměňují na teplo nebo předávají do svých vazebných chemických struktur, čímž mění svou molekulu. To většinou vede k poklesu jejich absorpčních vlastností a ztrátě fotoprotekce. Schopnost odolávat těmto změnám se nazývá fotostabilita. Změněná struktura může navíc napomáhat ke zvýšení fotoalergizujících schopností chemického filtru, které jsou dnes nejčastější příčinou fotoalergické kontaktní dermatitidy. Zahřátí může také některé chemické filtry inaktivovat. Odolnost vůči teplu pak nazýváme termostabilitou [1].

Fyzikální blokátory jsou látky, které rozptylují a odrážejí neselektivně UV i viditelné záření. Jejich účinnost je do jisté míry určena velikostí a dokonalým rozptýlením jejich částic [4]. Patří sem oxid železnatý a železičitý, křemičitan hořečnatý, oxid hořečnatý, kaolin, síran barnatý. Nejefektivnější a nejčastěji používané jsou ZnO a TiO<sub>2</sub> (5-20 %). Při vyšší koncentraci jsou kosmeticky nepříjemné, mají nápadnou bělavou barvu. Kombinace s absorberými je možná a v řadě přípravků se s výhodou používá [1].

**Tab. 3: Přehled UV - filtrů [21]**

| Název INCI                                | Název IUPAC  | Charakter                        |
|---|--|----------------------------------|
| PABA                                      | 4-aminobenzoová kyselina   | Chemické absorbéry v UVA oblasti |
| Butylmethoxydibenzoylmetane               | 1-[4-(1,1-dimethyl(ethyl)fenyl)-3-(4-methoxyfenyl)propan-1,3-dion  |                                  |
| Benzophone-3                              | 2-hydroxy-4-methoxybenzofenon  |                                  |
| Benzophone-4                              | 5-benzoyl-4-hydroxy-2-methoxybenzensulfonová kyselina  |                                  |
| Benzophone-8                              | 2,2'-dihydroxy-4-methoxybenzofenon   |                                  |
| Menthyl anthranilate                      | menthylantranilát  |                                  |
| Terephthalylidene dicamphor sulfonic acid | 3, 3'-(1, 4-fenyldimethyl)bis[7, 7-dimethyl-2-oxobicyklo[2.2.1]heptan-1-methansulfonová kyselina]              |                                  |
| Octocrylene                               | (2-ethylhexyl)-2-kyan-3,3-difenylakrylát   | Chemické absorbéry v UVB oblasti |
| Cinoxate                                  | 2-ethoxyethyl-p-methoxycinnamát  |                                  |
| Ethylhexyl methoxycinnamate               | 2-ethylhexyl-4-methoxycinnamát   |                                  |
| Ethyl methoxycinnamate                    | ethyl-4-methoxycinnamát  |                                  |
| Ethyl cinnamate                           | ethyl-cinnamát   |                                  |
| Homosalate                                | 3,3,5-trimethylcyklohexyl-2-hydroxybenzoát,  |                                  |
| Phenylbenzimidazole sulfonic acid         | 2-fenyl-1 H-benzimidazol-5-sulfonová kyselina  |                                  |
| Ethylhexyl salicylate                     | 2-ethylhexyl-salicylát   |                                  |
| Benzyl salicylate                         | benzyl-salicylát   |                                  |
| Glycol salicylate                         | 2-hydroxyethyl-salicylát   |                                  |
| Menthyl salicylate                        | menthylsalicylát   |                                  |
| 3-Benzylidene camphor                     | 1,7,7-trimethyl-3-(fenylmethylen)bicyklo [2,2,1]heptan-2-on  |                                  |
| 4-Methylbenzylidene camphor               | 1,7,7-trimethyl-3-[(4-methylfenyl)methylen]bicyklo [2,2,1]heptan-2-on  |                                  |
| Drometrizole trisiloxane                  | 2-(2H-benzotriazol-2-yl)-4-methyl-6-[2-methyl-3-[1,3,3,3-tetramethyl-1-[(trimethylsilyl)oxy]disiloxanyl]-fenol |                                  |
| Titanium dioxide                          | oxid titaničitý  | Fyzikální blokátory              |
| Zinc oxide                                | oxid zinečnatý   |                                  |

UV-filtry musí v receptuře kosmetického přípravku splňovat následující podmínky [3]:

- Absorbovat UV-záření bez jakéhokoliv chemického selhání, které by mohlo vést k snížené účinnosti, nebo k produkci toxických nebo dráždivých vedlejších produktů.
- Snadná prostupnost kůži.
- Odolnost proti vodě a potu.
- Nevyžadovat příliš častou aplikaci ke své účinnosti.
- Vysoce efektivní v nízkých koncentracích.
- Netoxické a nezpůsobovat podrážděnost a přecitlivění.

### 2.3.2.1 UV-filtry účinné v oblasti UVB

#### ➤ PABA

Kyselina para-aminobenzoová, neboli *PABA*, byla jedna z prvních chemikálií chránících proti UV-paprsům. Deriváty *PABA*, nejznámější *octyl dimethyl PABA*, se staly více užívanějšími pro svou kompatibilitu v různorodosti prostředků a nižší potenciál pro nepříznivé barvicí účinky. Jeho absorpční maximum je při 311 nm. *Octyl dimethyl PABA* je silný absorbér v UVB oblasti [4]. Celkem je používáno 6 derivátů. Mají vysoký extinkční koeficient a k jejich rozpouštění se používá alkohol. Dříve byly hojně rozšířené pro dobré ochranné vlastnosti, dobrý průnik rohovou vrstvou a relativní vodostálost. K negativům para-aminobenzoové kyseliny patří karcinogenní a fotosenzibilizující potenciál. Nedoporučují se na citlivou kůži ani pro děti [1].

#### ➤ Cinnamáty (deriváty kyseliny skořicové)

Chrání v UVB oblasti. Nahradily deriváty *PABA* [4]. Jsou často používané (obsaženy až v 90 % přípravků chránících proti UV-záření). K nejužívanějším patří 2-ethylhexyl-4-methoxycinnamát jehož absorpční maximum je při 311 nm a *octocrylen* s absorpčním maximem 303 nm. Dochází zde také k trans-cis fotoizomeraci, izomerní směs je pak fotostabilní. Dobře si mísí s vehikuly, používá se 9 derivátů (cinoxátů) [1]. *Octocrylen* chemickým názvem (2-ethylhexyl)-2-kyan-3,3difenylakrylát. Do přípravku se kromě ochrany proti UV-záření používá pro zlepšení odolnosti proti vodě. *Octocrylen* je fotostabilní a může zlepšit světelnou stálost dalších přípravků sloužících k ochraně proti slunci [4].

#### ➤ Salicyláty

Patří mezi komerčně nejstarší filtry chránící v oblasti UVB. Jsou dobře rozpustné ve vodě. Byly nahrazeny estery *PABA* a cinnamáty [4]. *Octyl salicylate* s absorpčním maximem 307 nm. *Homosalat* se používá v některých testech jako referenční filtr, vůči kterému se testují ostatní [1].

#### ➤ Deriváty kafru

Působí ochranu v UVB i v UVA oblasti. Nejsou schváleny ve Spojených státech amerických. V Evropě je schváleno šest derivátů [4]. Při ozáření podstupují reverzibilní trans-cis izomeraci, a vykazují tak poměrně dobrou stabilitu [1]. *4-Methylbenzylidene camphor* je rozpustný v tucích. Jeho povolená koncentrace v ochranných slunečních přípravcích 4 %. Může vyvolávat kontaktní alergickou reakci. *Terephthalylidene dicamphor sulfonic acid*

chrání v oblasti UVA. Je fotostabilní, neinterferuje s ostatními UV-filtry, nemá katalytický účinek a neuvolňuje volné radikály [21].

### 2.3.2.2 UV-filtry účinné v oblasti UVA

#### ➤ Benzofenony

Výborně pohlcují paprsky v oblasti UVB, ale i v oblasti UVA II (250-350 nm) [4]. Je používáno 5 látek lišících se charakterem a pozicí substituentů. Nejznámější zástupce 2-hydroxy-4-methoxybenzofenon poskytuje jen slabou fotoprotekci v nízkých až středních koncentracích, má však poměrně dobrou fotostabilitu [1]. Povolena koncentrace v ochranných slunečních přípravcích je 10 %. Je používán také při výrobě plastických hmot jako UV absorbční látka zabraňující změně barvy. Používá se také ve stomatologii při zubních náhradách. Můžeme se s ním setkat i v přípravcích vlasové kosmetiky obecně, v šamponech, rtěnkách, balzámech na rty a nehtových lacích. Může vyvolat alergickou i fotoalergickou reakci [21]. Z dalších zástupců je to *benzofenon 4* a *benzofenon 8*, kteří se používají jako UV-absorbéry do textilií, aby zpomalily jejich fotodegradaci [1].

#### ➤ Butylmethoxydibenzoylmethan

Je účinný absorbér paprsků v oblasti UVA I [4]. Není příliš fotostabilní, ale jeho fotostabilitu zlepšuje kombinace s některými UVB filtry [1]. *Butylmethoxydibenzoylmethan* je stabilní v polárním rozpouštědle, v nepolárním rozpouštědle dochází k tautomerizaci [22].

#### ➤ Drometrizole trisiloxane

Moderní patentovaný organický filtr pro UVA a UVB záření. Je vodostálý s malým senzibilizačním potenciálem. Je přítomen v mnoha ochranných slunečních přípravcích různých galenických forem. Může být příčinou vzniku fotoalergické reakce [21].

### 2.3.2.3 Fyzikální blokátory

#### ➤ Oxid titaničitý

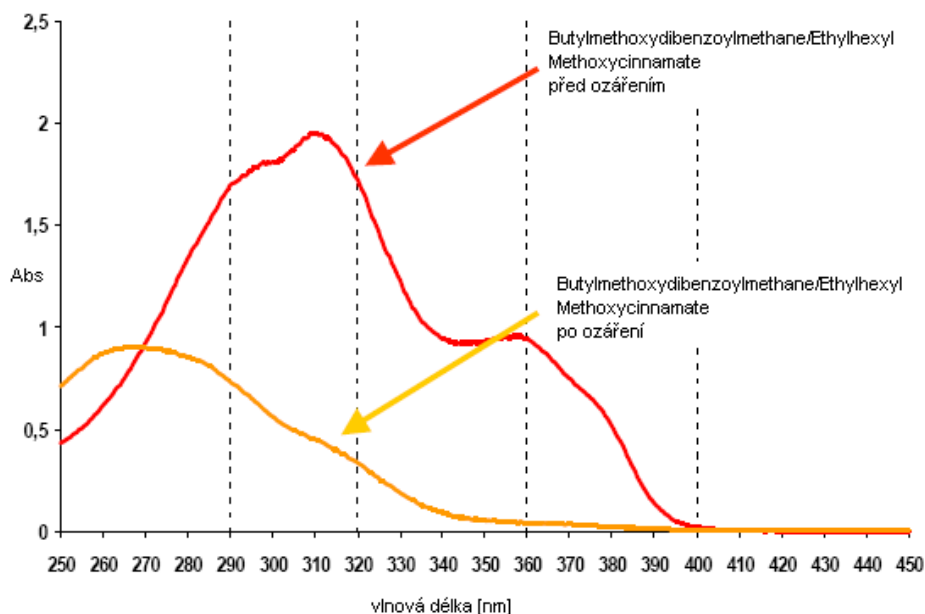
TiO<sub>2</sub> byl první mikropigment značně užívaný. Výhody zahrnují široké spektrum ochrany a menší schopnosti způsobit kontaktní dermatitidu. Novější materiály jsou amfifilické, navrženy aby byly rozptýlené ve vodní i olejové emulzní fázi [4].

#### ➤ Zinková běloba (oxid zinečnatý)

Zinková běloba má značné filtrační účinky, je to bílé krycí ličidlo a nelze ji použít pro běžné opalování. Rozmíchá-li se v opalovacím mléku nebo krému, emulzi sice částečně probělí, ale po nanesení na pokožku a po dobrém rozetření není vidět [2]. Zinková běloba byla schválena jako aktivní přípravek chránící proti UV paprskům. V tenkých vrstvách se jeví průhledně. ZnO má index lomu 1,9 a TiO<sub>2</sub> má index lomu 2,6, a proto je ZnO horší bělidlo než TiO<sub>2</sub>. V rovnající se koncentraci nabízí poněkud více ochrany v UVB rozsahu [4].

### 2.3.3 Stabilizace butylmethoxydibenzoylmethanu

Tento UV-filtr je velice důležitý pro ochranu proti paprskům v UVA oblasti. Jeho problémem je jeho nízká fotostabilizace, proto se kombinuje s jinými UV-filtry a to z oblasti UVB. *Butylmethoxydibenzoylmethan* se kombinuje s UV-filtrem 2-ethylhexyl-4-methoxycinnamát. Bylo zjištěno, že oba tyto UV-filtry mají nízkou stabilitu a pokud se skombinují, je jejich stabilita ještě nižší (**obr. 9**) [23].

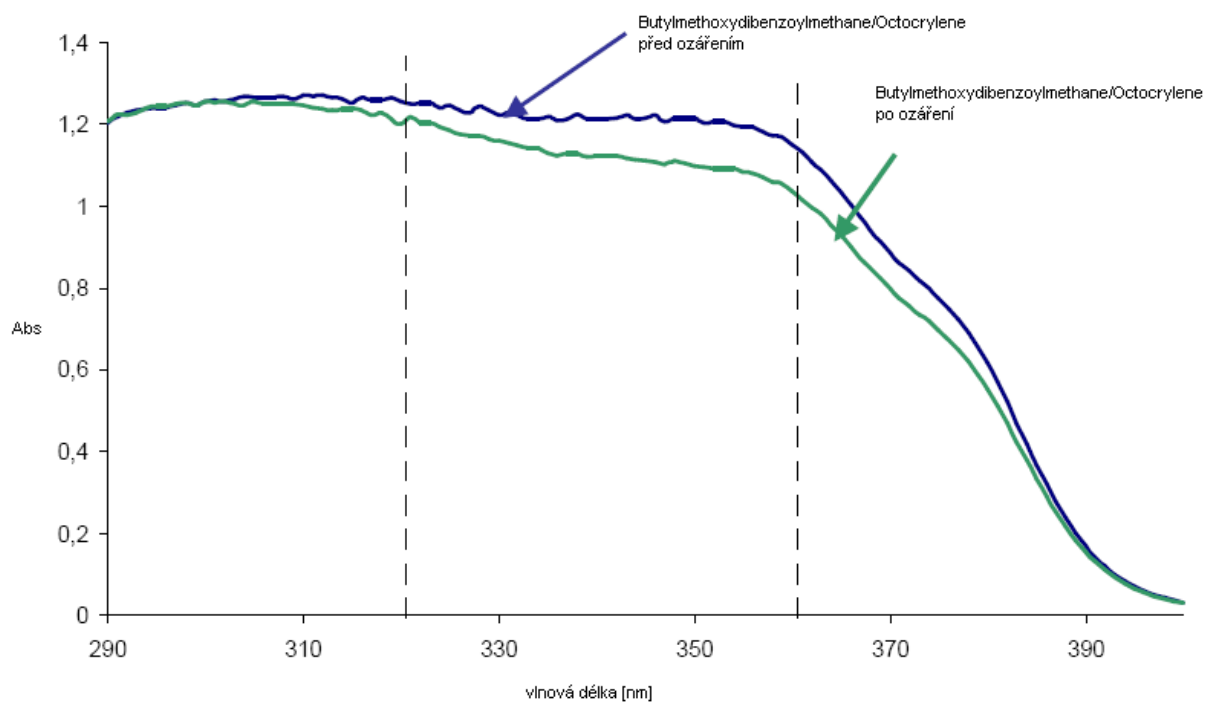


**Obr. 9:** Fotochemická nestabilita butylmethoxydibenzoylmethanu a Ethylhexyl Methoxycinnamatu [23]

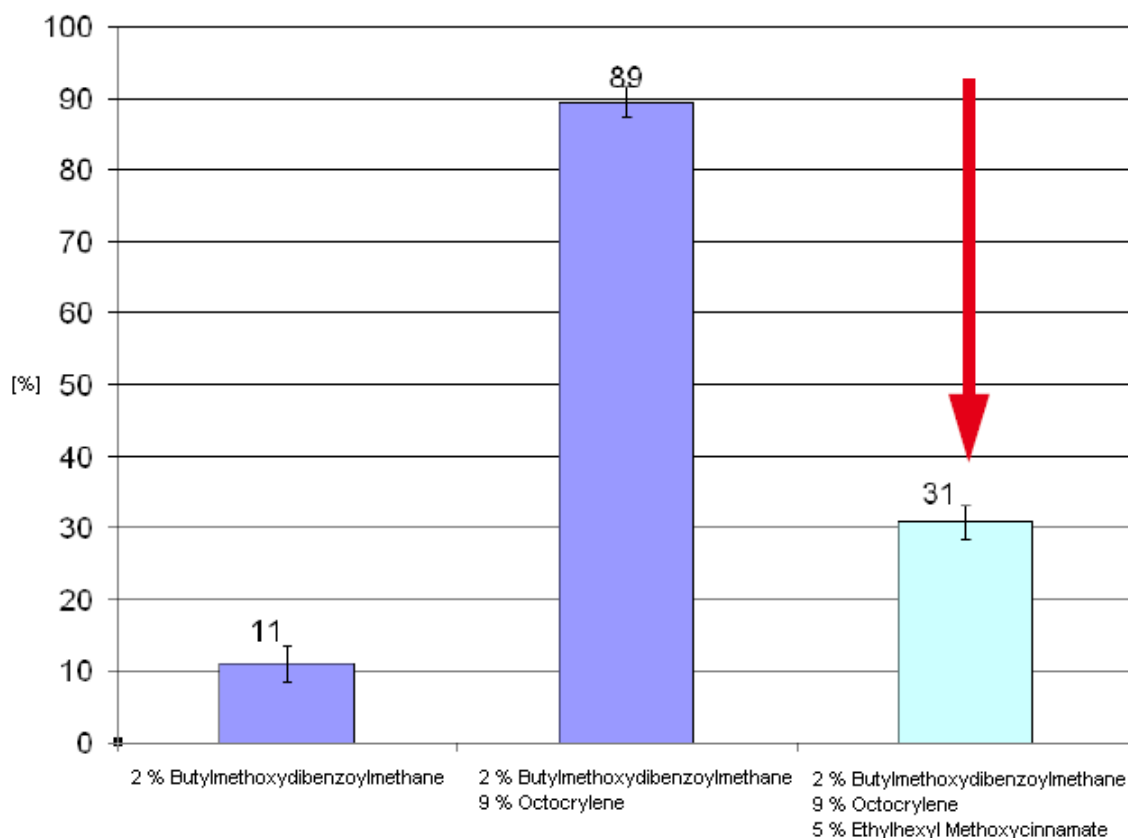
Fotochemická nestabilita způsobí pokles UVB ochrany a pokles UVA ochrany, což je příčinou méně účinné receptury. K dosažení vyšší fotostability lze buď nahradit *butylmethoxydibenzoylmethan* nebo 2-ethylhexyl-4-methoxycinnamát, většinou ale *butylmethoxydibenzoylmethan* nahradit nemůžeme, protože je to účinný filtr v oblasti UVA a jeho použití je celosvětově schváleno. V případě 2-ethylhexyl-4-methoxycinnamátu je náhrada možná, protože existují i jiné UV-filtry v oblasti UVB, které jsou stejně účinné jako 2-ethylhexyl-4-methoxycinnamát s vynikající fotostabilitou [23].

Alternativou k zvýšení fotostabilizace *butylmethoxydibenzoylmethanu* je použití *Octocrylenu* (**obr. 10**). Testovací postupy stanovení fotostability organických UV-filtrů *in vitro* se prováděly u produktů určených k osobní péči. Cílem bylo provedení analýzy stupně fotodegradace UV-filtru u každého jednotlivce, způsobená nevratnými fotochemickými reakcemi. Ke stanovení byla využita technika HPLC. Výsledkem bylo, že se fotostabilita *butylmethoxydibenzoylmethanu* zvýšila 7x [23].

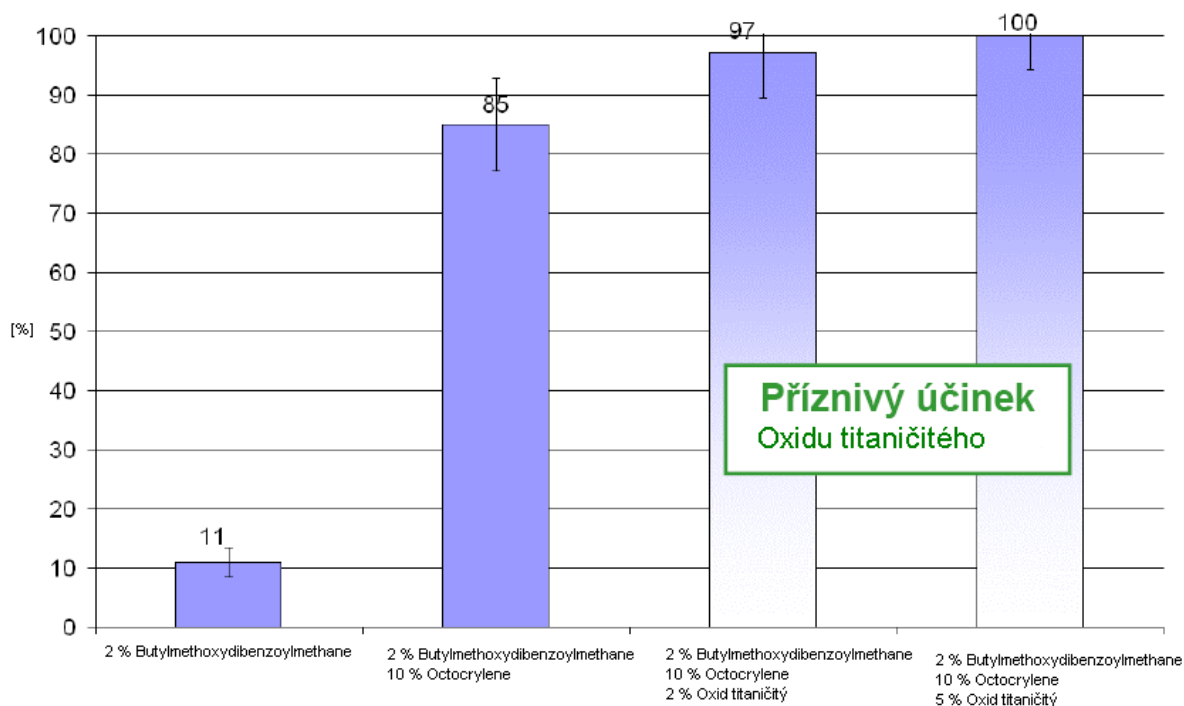
Dále však bylo zjištěno, že současná přítomnost 2-ethylhexyl-4-methoxycinnamátu i *Octocrylenu* způsobí pokles stabilizace *butylmethoxydibenzoylmethanu*, naopak oxid titaničitý má na jeho fotostabilizaci příznivý účinek (**obr. 11 a 12**) [23].



**Obr. 10:** Zvýšení fotostabilizace butylmethoxydibenzoylmethanu použitím Octocrylenu [23]



**Obr. 11:** Pokles stabilizace butylmethoxydibenzoylmethanu přidáním Ethylhexyl Methoxycinnamatu k butylmethoxydibenzoylmethanu a Octocrylenu [23]



**Obr. 12:** Příznivý účinek oxidu titaničitého na stabilizaci butylmethoxydibenzoylmethanu [23]

### 2.3.4 Preparáty

Přípravky na opalování mohou mít mnoho forem. Hlavními typy jsou gely, tyčinky, oleje nebo emulze. Každý z nich má typické ingredience a typický způsob přípravy [3, 4].

#### 2.3.4.1 Gely

Velmi atraktivní typy preparátů. Jejich hlavní nevýhody jsou dráždivost u přípravku s alkoholem, a relativně nízké SPF faktoru a voděodpudivé vlastnosti [3, 4].

**Tab. 4:** Příklad receptury ochranného přípravku na bázi gelu (UV-filtr: octyl methoxycinnamate, octyl salicylate, menthyl anthranilate) [3]

| Název INCI             | % w/w |
|------------------------|-------|
| <b>Fáze A</b>          |       |
| Octyl methoxycinnamate | 7.5   |
| Octyl salicylate       | 5.0   |
| Menthyl anthranilate   | 3.5   |
| Phenyl trimethicone    | 1.5   |
| Dimethicone copolyol   | 3.0   |
| Isopropyl myristate    | 5.0   |
| <b>Fáze B</b>          |       |
| Hydroxypropylcellulose | 1.0   |
| Ethanol 95 %           | 73.5  |

Gelová struktura (**tab. 4**) je udělena celulózou, která se může přidat až do roztoku všech ostatních ingrediencí v alkoholu. Míchá se, dokud nezglouvnatí. Všechny uvedené preparáty se mohou při výrobě snadno provzdušnit. Toho je často používáno k dodání viditelné charakteristiky konečnému produktu. Pokud jsou bublinky nežádoucí, musí se více dbát opatrnosti při míchání [3].

#### 2.3.4.2 Tyčinky

Tyčinky jsou použitelné pro přímou aplikaci UV-filtrů na specificky malou plochu, jako jsou nos, rty, nebo čelo. Jsou často formulovány jako nosiče matných a neprůhledných látek proti UV-papřskům. Obvykle jsou dobře odolné proti vodě díky přítomnosti olejů a vosků, z tohoto důvodu jsou drahé na přípravu. Výběr vosku určuje bod tání tyčinky a jeho provedení na kůži. Bod tání se snižuje přidáním změkčovadel, i když pevnost musí být zachována i v horkém počasí [3, 4].

**Tab. 5:** Příklad receptury ochranného přípravku na bázi tyčinky (angl. stick) [UV-filtr: 4-isopropyl-di-benzoylmethane, 3-(4-methylbenzylidene)-camphor] [3]

| Název INCI                      | % w/w |
|---------------------------------|-------|
| 4-Isopropyl-di-benzoylmethane   | 1.25  |
| 3-(4-methylbenzylidene)-camphor | 2.00  |
| Beeswax                         | 10.00 |
| Carnauba wax                    | 6.00  |
| Lanolin, anhydrous              | 4.00  |
| Isopropyl myristate             | 6.40  |
| High-viscosity paraffin oil     | 2.40  |
| Castor oil                      | 67.83 |
| Propylparaben                   | 0.08  |
| Antioxidant                     | 0.04  |

Vosky (**tab. 5**) jsou zahřáté na zhruba 85°C, aby se rozpustily, a pak jsou přidány oleje a UV-filtry, poté jsou dispergovány. Kolem bodu zákalu je disperze nalita do formy a zchlazena na pokojovou teplotu [3].

#### 2.3.4.3 Oleje

Oleje (**tab. 6**) byly populární před několika lety, tedy v době, kdy mnoho lidí používalo výrobky s nízkým SPF-faktorem a požadovali výrazné opálení. Jsou to vhodné přípravky a mají dobrou odolnost vůči vodě díky své olejové povaze. Bohužel tyto výrobky poskytují pouze nízký SPF-faktor kvůli omezené rozpustnosti UV-filtru a vzniku velice tenké transparentní vrstvy na kůži. Mezi další nevýhody patří jejich vysoká cena, protože neobsahují vodu. Tyto nevýhody a zároveň trend používat výrobky s vysokým SPF-faktorem vedly ke snížení oblíbenosti olejů a nyní představují jen zlomek produkce opalovacích přípravků. V závislosti na rozpustnosti slunečních filtrů, olejový základ může být často vyroben bez zahřívání [3, 4].



**Tab. 6:** Příklad receptury ochranného přípravku na olejové bázi [UV-filtr: 3-(4-methylbenzylidene)-camphor] [3]

| Název INCI                      | % w/w |
|---------------------------------|-------|
| 3-(4-methylbenzylidene)-camphor | 8.00  |
| Isopropyl myristate             | 10.00 |
| Low-viscosity paraffin oil      | 82.00 |

Komponenty se jednoduše smíchají dohromady za pokojové teploty. Parafínový olej může být nahrazen jakýmkoli rostlinným olejem [3].

#### 2.3.4.4 Emulze

Zdaleka nejpobulárnější typ opalovacích přípravků jsou emulze. Jsou velice vhodné a kosmeticky přijatelné. Mají široké spektrum konzistencí – od hustých krémů až po mléka. Může se jednat o olej ve vodě, vodu v oleji či případně komplexnější konzistenci. Jsou schopné dosáhnout nejvyššího SPF-faktoru ze všech možných formulací, protože vytvářejí na pokožce jednotný neprůhledný film. Mají také schopnost proniknout do rohové vrstvy kůže a tak zvýšit svou účinnost [3, 4].

##### ➤ Olejová fáze může obsahovat [3,4]:

- UV-filtry rozpustné v oleji.
- Antioxidanty a vitamíny (např. vitamín E) rozpustné v oleji.
- Vodě odolné agenty, silikony, polymery.
- Změkčovadla, estery nebo oleje (minerální nebo rostlinné).
- Primární nebo sekundární emulgátory.

##### ➤ Vodná fáze může obsahovat [3,4]:

- UV-filtry rozpustné ve vodě
- Glycerol, sorbitol.
- Primární a sekundární emulgátory rozpustné ve vodě.
- Zahušťovadla rozpustná ve vodě.
- Neutralizační činidla.

Běžná metoda výroby zahrnuje zahřátí olejové fáze, aby se všechny části rozpustily. Vodná fáze se také zahřeje a potom se obě fáze dají dohromady a míchají, dokud se nevytvoří emulze. Ta se pak ochladí a přidají se látky, které nejsou při vyšších teplotách stabilní. Emulze olej ve vodě se dají také připravit metodou zvanou “inverze fází”: nejdříve se připraví emulze oleje ve vodě a ta se pak změní na opačnou při ochlazení. Použitím této metody se docílí většinou emulze vyšší kvality, protože kapičky ve výsledném produktu jsou významně menší než ty v produktech vyrobených standardní metodou. Neutralizátor může být přidán po té, co se smíchají obě fáze. Neutralizační činidla se před přidáním rozmíchají v menším množství vody [3,4].

Zvláštní pozornost se musí věnovat, pokud se používají zahušťovadla vodné fáze. Polymerické materiály jako hydroxyethylcelulóza a karbomery nebo minerální zahušťovadla

požadují velice opatrné přidávání a musí se zajistit jejich úplné rozpuštění před pokračováním procesu. Prášek se postupně přidává a rozmíchává se ve třetinovém až polovičním objemu vody. Dlouhé míchání zajistí kompletní hydrataci materiálů, které se budou eventuálně rozpouštět později, pokud byly přidány v nadbytku. Parfém se přidává pomalu poté, co se emulze zchladí na teplotu nižší než je obvyklá teplota, při které dochází k vypařování jednotlivých složek. Na chlazení a před přidáním parfému se může použít vakuum. Výrobky pro děti jsou obvykle podobné výrobkům pro dospělé, ale většinou jsou bez parfémů, aby se snížila možnost podráždění kůže. Tomu se dá předejít vyráběním opalovacích přípravků založených na fyzikální ochraně (ZnO nebo TiO<sub>2</sub>). Pokud se musí použít organické filtry, vždy by měly být v kombinaci s těmito látkami, aby bylo jejich množství co nejmenší. Děti by neměly být příliš vystavovány slunci a sluneční kosmetika pro děti by tedy měla mít vysoký SPF. Dětská kůže je mnohem náchylnější na ztrátu vlhkosti, a tak jsou vhodné výrobky jednak vysoce zvlhčující a jednak vysoce ochranné [3,4].

**Tab. 7:** Příklad receptury ochranného přípravku na bázi emulze (UV-filtr: octyl dimethyl PABA, oxybenzon) [3]

| Název INCI            | % w/w |
|-----------------------|-------|
| <b>Fáze A</b>         |       |
| Lanolin               | 4.5   |
| Cocoa bitter          | 2.0   |
| Glyceryl monostearate | 3.0   |
| Stearic acid          | 2.0   |
| Octyl dimethyl PABA   | 7.0   |
| Oxybenzone            | 3.0   |
| <b>Fáze B</b>         |       |
| Deionized water       | 71.6  |
| Sorbitol liquid       | 5.0   |
| Triethanolamine       | 1.0   |
| Methylparaben         | 0.3   |
| Propylparaben         | 0.1   |
| <b>Fáze C</b>         |       |
| Benzyl alcohol        | 0.5   |

Fáze A a B se zahřejí a homogenizují dohromady. Zchladí se pod 50°C a přidá se benzylalkohol, který je citlivý na teplo (**tab. 7**) [3].

#### 2.3.4.5 Odolnost proti vodě

Důležitým předpokladem pro každou látku chránící proti slunečnímu záření by měla být schopnost odolávat vodě - ať už ve formě potu, nebo mořské vodě. Během koupání je kůže stále vystavena vysokým dávkám UV-záření, neboť toto záření snadno prochází povrchem vody. Je tedy velice žádoucí, aby se produkt z kůže nesmýval. Přirozeně by se měl přípravek aplikovat znova, zejména po sušení ručníkem, ale to je často nepohodlné nebo je na to zapomenuto. Odolnost proti vodě by tedy měla být součástí přípravku. K dispozici jsou

oficiální testy vodoodolnosti, které zahrnují *in vivo* SPF měření před a po ponoření do jistého objemu vody po určitou dobu. Pokud se jedná o opravdu voděodolný přípravek, měl by si po středně náročné aktivitě ve vodě uchovat nejméně 50 % své SPF, nebo by SPF měla zůstat ve stejné kategorii buď minimální, střední, extra, maximální nebo ultraochrany jak je definováno FDA podle použité metody. Odolnosti vůči vodě se dá dosáhnout různými způsoby. Olejovitá nebo pevná kompozice mají zabudovanou jistou voděodpudivost díky svému bezvodému složení. V takovýchto případech zůstává přípravek na povrchu pokožky jako olejovitý nebo voskovitý film, který se hůře odstraňuje. Většina sluneční kosmetiky je ale ve formě emulzí, které mají vysoký obsah vody [3, 4].

Emulze voda v oleji jsou většinou voděodolné. Nízký obsah vody přítomné v disperzní fázi je rychle ztracen při aplikaci na pokožku, olejová fáze se rozetře po povrchu a zanechá voděodolný film. Na druhé straně emulze typu voda v oleji nejsou zákazníci příliš dobře přijímány, neboť vytváří mastný dojem. Emulze typu olej ve vodě jsou kosmeticky mnohem elegantnější a zanechávají lepší pocit na pokožce. Také zanechávají olejový film na pokožce poté, co se voda vypaří, ale díky své povaze se z nich snadno v přítomnosti vody znovu stává emulze, a tak se stávají snadno smývatelnými [3,4].

Ideální systém by tedy měl mít eleganci emulze oleje ve vodě, který by po aplikaci na kůži ztratil vodu a změnil by se na emulzi typu voda v oleji, čímž by na povrchu zůstal odpuzující olejový film. Toho se dá dosáhnout rovnováhou povrchově aktivních látek nebo použitím rychle se rozkládajících karbomerových změkčovadel [3,4].

Výběr přípravku také ovlivní následnou voděodolnost. Přípravky založené na PABA jsou obecně odolnější k smývání, neboť snáze pronikají do hlubších vrstev kůže. Nejčastěji používané složky, které způsobují odolnost proti vodě, jsou silikonové oleje. Tyto materiály jsou velice odolné vůči pronikání vody, rychle se roztírají a vytváří na pokožce souvislý film, který odpuzuje vodu, což je velice přijatelné [3, 4].

#### **2.3.4.6 Změkčovadla a rozpouštědla**

Výběr vodné a olejové fáze a lipofilního změkčovadla je velice důležitý. Je třeba se vyhnout těžkým mastným látkám a stejně tak lepkavým, ale na druhou stranu preparát nesmí být příliš řídký, aby sedimentoval. Je žádoucí jednotný a kontinuální film na kůži, který zabezpečí kompletní ochranu. Rozvětvené estery vytváří dobrý ochranný film díky jejich roztíratelnosti. Zlepšují pocit na kůži a přijatelnost přípravku. Nicméně mohou občas narušit hydrofobní bariéru na molekulární úrovni kvůli svému rozvětvení, pokud koncentrace ostatních složek není v rovnováze [3, 4].

Největší vliv na výběr má hypochromní a batochromní posun. Pík absorbance maximální vlnové délky UV-filtru může být posunut do delších nebo kratších vlnových délek, záleží na jeho polaritě a polaritě rozpouštědla. Při měření SPF *in vivo* produkt obsahující látku chránící proti UV-záření a rozpouštědlo A může dát značně odlišné hodnoty než produkt obsahující stejnou látku, ale s rozpouštědlem B. Protože UV-filtr už nemá navrhnoutou vlnovou délku. To může mít prospěšné nebo naopak škodlivé účinky na přípravek. Například *octyldimethyl PABA* má  $\lambda_{\max}$  315 nm v propylen glykolu. V nepolárním rozpouštědle  $\lambda_{\max}$  je posunuta do kratších vlnových délek 300 nm. To může snížit účinnost produktu, jestliže požadovaná ochrana proti zčervenání je kolem 310 nm. Podobně dioxybenzon má  $\lambda_{\max}$  326 nm v propylenglykolu a 352 nm v minerálním oleji. Tak jsou zvýšeny jeho UVA ochranné vlastnosti snížením polaritě rozpouštědla [3,4].

## 2.4 Solária

Existují dva základní typy solárií. Prvním a nejčastěji používaným typem je solárium horizontální (tzv. ležící) (*obr. 17*). Je určeno pro ty, kteří si chtějí rychle odpočinout a relaxovat. Druhým používaným typem je solárium vertikální (tzv. stojící) (*obr. 18*), které je jednodušší pro údržbu, čištění a hygienu. Dalším typem jsou solária, určená jen pro některou část těla.



**Obr. 13:** Horizontální solárium [24]



**Obr. 14:** Vertikální solárium [25]

Používají se dva typy lamp: nízkotlaké fluorescenční trubice a vysokotlaké obloukové výbojky (baňkového tvaru). Většina solárií používá fluorescenční trubice s příkonem 100-160 W. Vyrábějí se jako nereflektrující i reflektorová varianta: to znamená, že na vnitřní ploše trubice je z poloviny nanášena reflexní vrstva, která odráží paprsky ve z přístroje, a tak zvyšuje intenzitu [1].

Vysokotlaké výbojky (s příkonem 400-2000 W) se používají k osazení solária buď samostatně, nebo v kombinaci s trubicemi: v takovém případě se dávají do části určené k ozáření obličeje. Jsou vybaveny tmavě fialovým skleněným filtrem, který odcloní UV-záření pod 330 nm a významnou část viditelného a infračerveného záření. Právě pro vysoký podíl infračerveného záření vyžadují vysokotlaké (na rozdíl od nízkotlakých) lampy intenzivní chlazení [1].

Častější konstrukcí jsou vertikální zářiče (kabiny). U nízkotlakých fluorescenčních trubic podle kombinací fosforečných vrstev na vnitřní stěně rozlišujeme 3 emisní spektra:

1. širokospektré (s vrcholem v 350 nm, s obsahem 5 % UVB)
2. úzkospektré (s vrcholem v 365 nm, s podílem UVB méně než 1 %)
3. kombinace obou předchozích s podílem asi 2 % UVB [1].

Lampy musí vyhovovat předpisům IEC (*International Electrotechnical Commission*). Efektivní iradiace je založena na CIE (*Commission Internationale d'Eclairage*) akčním spektru pro erytém a limity se měří ve dvou rozmezích: 250-320 nm a 320-400 nm [1].

Doba strávená v soláriu při ozařování je určována vlastnostmi zařízení a kožním fototypem člověka. Například pro kožní fototyp II je doba v soláriu 10 až 30 minut, přitom minimální erytémová dávka představuje 4-12 minut ozařování.

Stárnutím lamp klesá také jejich výkon. Při poklesu na třetinu výkonu je nutné je vyměnit. Většina nízkotlakých trubic má životnost 1000 hodin. Zdravotní rizika používání solárií jsou podobná jako expozice solárnímu UV-záření [1].

Solária, podle předpisů vydanými FDA v roce 1986, nesmí obsahovat UVC, musí být vybavena časovačem, nesmí být překročena dávka 4 MED (za MED je zde považována dávka  $200 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$ ). Dále musí solária umožňovat bezpečné ukončení záření, ochranu očí a při výměně trubic nesmí dojít k záměně za jiné trubice.

### 3. DISKUZE

Slunce je velice důležité. Umožňuje lidem syntézu vitamínu D, rostliny jej potřebují k fotosyntéze a lidé potřebují rostliny, aby měli dostatek kyslíku. Slunce je také zdrojem tepla, působí na lidskou psychiku, člověku je hned lépe, když je krásné slunečné odpoledne a neprší. Slunečné záření je ale také velmi škodlivé. Způsobuje řadu dermatóz, urychluje stárnutí kůže a karcinom kůže. Proto je nutné vhodně se před sluníčkem chránit.

Každý člověk má přirozenou ochranu kůže. Touto ochranou je kožní barvivo melanin, které absorbuje UV-záření. Tato schopnost ale není pro všechny stejná, neboť nemáme všichni stejné množství melaninu v kůži. Podle toho se lidé dělí na fototypy. Další přirozenou ochranou je kyselina urokanová, která má také schopnost absorpce UV-záření. Je to vlastní UV-filtr pokožky. Tato přirozená ochrana, jak melanin, tak kyselina urokanová, není ale ochranou dostatečnou.

Nejdůležitější ochrannou jsou UV-filtry. Jsou to chemické sloučeniny, které absorbují UV-záření. Existuje řada UV-filtrů, které absorbují UV-záření v oblasti UVB nebo UVA, a některé UV-filtry dokonce absorbují UV-záření v obou oblastech zároveň. Mají však také své nedostatky, některé UV-filtry nejsou moc stabilní, a proto se kombinují s jinými UV-filtry. Mohou nám způsobit podráždění nebo alergickou reakci. Přidávají se do kosmetických přípravků, které běžně užíváme. Jsou to různé krémy, pleťová a tělová mléka, balzámy na rty, rtěnky, make-up, oční stíny a další kosmetické přípravky. Problémem je, že nejsou všechny přípravky voděodolné nebo se stanou po určité době neaktivní, a proto se musí častěji nanášet na pokožku. Je důležité používat přípravky s UV-filtry, které chrání lidskou kůži před oběma paprsky UV-záření (oblast UVB i UVA).

Velice účinným chemickým absorbérem je *butylmethoxydibenzoylmethan*. Je účinný v oblasti UVA-záření. Je hodně zastoupen v přípravcích na ochranu proti škodlivému ultrafialovému záření. Jeho nevýhodou je malá fotostabilita. Aby se stal více fotostabilní, kombinuje se s jinými chemickými absorbéry. Nejlepší kombinací je spojení *butylmethoxydibenzoylmethanu* s *octocrylenem*. *Octocrylen* je UV-filtr, působící ochranu v UVB oblasti. Jejich fotostabilita se zvětší přidáním fyzikálního blokátoru, kterým je oxid titaničitý. Podle mého názoru je ještě výborným chemickým absorbérem *drometrisol trisiloxan*. Tento UV-filtr poskytuje ochranu v UVB i v UVA oblasti a ještě je fotostabilní. Chemický absorbér *PABA* se už nedoporučuje, a to kvůli svým nežádoucím účinkům. Má totiž karcinogenní a fotosenzibilizující potenciál. Nedoporučuje se do přípravků pro děti a lidi s citlivou pokožkou. Tyto látky navíc mají ještě schopnost zbarvovat oděv, což je také nepříjemné. *PABA* byl to jeden z prvních chemických absorbérů chránících v oblasti UVB záření, který byl později nahrazen cinnamáty, což jsou chemické absorbéry chránící v oblasti UVB záření. Nejužívanějším zástupcem je 2-ethylhexyl-4-methoxycinnamát. Cinnamáty jsou dodnes často používané.

Potřebovali bychom více takových chemických absorbérů, které jsou účinné v obou oblastech ultrafialového záření (UVA i UVB) a jsou fotostabilní. Bylo by skvělé, kdyby účinné látky v přípravcích zůstávaly dlouhou dobu účinné. Stačilo by, když by se aplikovaly jen jednou za den. Když totiž na další aplikaci ochranného přípravku zapomeneme nebo jsme v situaci, kdy jej nemůžeme použít, ztrácíme ochranu proti škodlivému slunečnímu záření. Nemít potřebnou ochranu před UV-zářením je hodně nevýhodné, proto současná věda stále hledá možnosti, jak účinnost UV-filtrů zvýšit.

## 4. ZÁVĚR

Tato práce poskytuje informace o slunečním záření, především o ultrafialovém záření a jeho negativních účincích na lidskou kůži. Ultrafialové záření (UV) je rozděleno do 3 pásem. Prvním pásmem je UVC (100-290 nm), používá se k dezinfekci operačních sálů a laboratoří. Dalším pásmem je UVB (290-320 nm), jehož paprsky jsou odpovědné za karcinom kůže, fotodermatózy, předčasné stárnutí kůže a syntézu vitamínu D. Posledním pásmem je UVA (320- 400 nm), paprsky tohoto pásma pronikají hlouběji do kůže. Používá se hlavně v solářiích.

Důležitá je ochrana před škodlivými účinky UV-záření. Mezi přirozenou ochranu kůže patří kožní barvivo melanin. Proces jeho tvorby se nazývá melanogeneze, při poruše regulace melanogeneze dochází k nadměrné produkci kožního barviva a vznikají hnědé pigmentové skvrny. Podle množství melaninu v kůži a odpovědi jedince na sluneční záření rozdělujeme lidi na tzv. fototypy. V Evropě rozlišujeme 4 fototypy. Fototyp I – do tohoto fototypu se řadí lidé s bílou pokožkou, se sklonem k tvorbě pih a světlými vlasy. Pokožka vlivem UV-záření zčervená během několika minut, ale nezhnědne. Patří zde 5-15 % populace. Fototyp II – k tomuto fototypu se řadí 20-35 % populace. Lidé s tímto fototypem mají slabě pigmentovanou pokožku a světlé až světle hnědé vlasy. Jejich pokožka vlivem UV-záření zčervená po 10-15 minutách a po několika dnech zhnědne. Fototyp III – tímto fototypem se vyznačují lidé se silně pigmentovanou pokožkou a hnědými vlasy. Jejich pokožka vlivem UV-záření zčervená po 20-30 minutách a rychle zhnědne. Patří zde 20-35 % populace. Fototyp IV – lidé vyznačující se tímto fototypem mají stálé hnědou pokožku a tmavohnědé až černé vlasy. Jejich pokožka vlivem UV-záření nezčervená, ale jenom zhnědne. Tento druh fototypu tvoří asi 15 % populace. Další přirozenou ochranou před UV-zářením je kyselina urokanová, která je přítomna v epidermální tkáni a v potu. S potem vychází na pokožku a je součástí kyselého ochranného filmu.

Kromě přirozené ochrany kůže před UV-zářením existuje ještě chemická ochrana kůže. Tato ochrana zahrnuje řadu chemických látek, které nazýváme UV-filtry. Existují UV-filtry, které absorbují sluneční paprsky v UVB a UVA oblasti. Mezi nejúčinnější UVB-filtry patří cinnamáty. Jsou to deriváty kyseliny skořicové. K nejužívanějším zástupcům patří 2-ethylhexyl-4-methoxycinnamát, jehož absorpční maximum je při 311 nm a *octocrylen* s absorpčním maximem 303 nm. *Octocrylen* je fotostabilní a může zlepšit světelnou stálost dalších UV-filtrů používaných v přípravcích na ochranu proti UV-záření. Velmi účinnými UV-filtry v oblasti UVA jsou benzofenony, které pohlcují paprsky v UVB i UVA oblasti (250-350 nm). Nejznámějším zástupcem je 2-hydroxy-4-methoxybenzofenon, který se vyznačuje dobrou fotostabilitou. Dalším účinným UVA-filtrem je *butylmethoxydibenzoylmethan*. Jeho problémem je nízká fotostabilita. Jeho fotostabilitu zlepšuje kombinace s některými UVB-filtry. Nejlepší kombinací je spojení *butylmethoxydibenzoylmethanu* s *octocrylenem*. Tyto UV-filtry jsou organického původu a podle mechanismu se nazývají chemické absorbéry. Mezi nejúčinnější UV-filtry anorganického původu, které se podle mechanismu nazývají fyzikální blokátory, patří oxid titaničitý a zinková běloba (ZnO).

Nejdůležitějším údajem UV-filtrů je ochranný protisluneční faktor (SPF). Je definovaný jako poměr minimální erytemové dávky (MED) chráněné kůže k MED kůže nechráněné UV-filtrem. SPF se měří *in vivo* používáním pevných metod. Pro Evropu platí metoda daná organizací COLIPA, která testuje 10 dobrovolníků s fototypem I-III a reakci odečítá za 20

hodin. Každý přípravek na ochranu proti UV-záření musí zajistit ochranu proti UVB i UV-záření. Ochrana proti UVA záření musí představovat minimálně jednu třetinu hodnoty udávané pro ochranu proti UVB-záření. Ochrana proti paprskům UVB oblasti se značí ve 4 kategoriích: nízká (SPF 6-10), střední (SPF 15-25), vysoká (SPF 30-50) a velmi vysoká (SPF 50+). Jako nejnižší přípustná ochrana u přípravku na ochranu proti UV-záření, je stanovena hodnota SPF 6.

Přípravky na opalování mohou mít mnoho forem. Mezi hlavní typy přípravků patří gely, tyčinky, oleje, nebo emulze. Každý z nich má typické ingredience a typický způsob přípravy. Tyčinky jsou použitelné pro přímou aplikaci UV-filtrů na specificky malou plochu, jako jsou nos, rty, nebo čelo. Oleje poskytují pouze nízký SPF-faktor kvůli omezené rozpustnosti UV-filtru a vzniku velice tenké transparentní vrstvy na kůži. Emulze jsou velice vhodné a kosmeticky přijatelné. Mají široké spektrum konzistencí. Jsou schopné dosáhnout nejvyššího SPF-faktoru, protože vytvářejí na pokožce jednotný neprůhledný film. Mají schopnost proniknout do rohové vrstvy kůže a tak zvýšit svou účinnost.

Dnes existuje spousta kosmetických přípravků s ochranou proti slunci. Je tedy nutné je používat a nezapomínat na ně. Při návštěvách solárií bychom si měli uvědomit, že se tam také setkáváme s ultrafialovým zářením. I v soláriu se totiž používají škodlivé paprsky UV-záření, a proto musíme používat ochranné přípravky. Existuje spousta ochranných přípravků specializovaných přímo na solária.



## 5. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Ettler, K.: *Fotoprotekce kůže*, 1. vyd. Praha: Triton, 2004, 123 s. ISBN 80-7254-463-2.
- [2] Zahradník, M.: *Materiály II*, Praha: Informatorium, 2001, 103 s. ISBN 80-86073-83-1.
- [3] Brown, M., Fardell, N., Buttler, H.: *Pourcher's Perfumes, Cosmetics and Soaps*, Dordrecht Netherlands. Kluwer Academic Publisher, 2000, 813 p. ISBN 0-412-27360-8.
- [4] Barel, A., Paye, M., Maibach, H., *Handbook of Cosmetic Science and Technology*, New York. Marcel Dekker, Inc., 2001, 886 p. ISBN 0-8247-0292-1.
- [5] Dostupné z:  
[http://www.disa.cz/data/img/oddeleni/za%C5%99%C3%ADzen%C3%AD%20pro%20%C3%BApravu%20a%20dezinfekci%20vody/UV%20syst%C3%A9my/Graf\\_%C3%BA%C4%8Dinnosti\\_UV\\_z%C3%A1%C5%99en%C3%AD\\_M\\_400.jpg](http://www.disa.cz/data/img/oddeleni/za%C5%99%C3%ADzen%C3%AD%20pro%20%C3%BApravu%20a%20dezinfekci%20vody/UV%20syst%C3%A9my/Graf_%C3%BA%C4%8Dinnosti_UV_z%C3%A1%C5%99en%C3%AD_M_400.jpg) [cit. 21. 04. 2008].
- [6] Dostupné z: <http://www.studioamadeus.cz/content/o-vlasech/wella/18.jpg> [cit. 21. 04. 2008].
- [7] Malina, L.: *Fotodermatózy*, 2. vyd. Maxdorf, 2005, 192 s. ISBN 80-7345-039-9.
- [8] Dostupné z: <http://albinism.med.umn.edu/factpath.gif> [cit. 21. 04. 2008].
- [9] Tada, A., Kanamaru, A., Ito, Y.: Control of Melanosome Transfer by Promoting Shrinkage or Expansion of Melanocyte Dendrites. *IFSCC MAGAZINE*, 2005, vol. 8, no. 4, pp. 293-299. ISSN 1520-4561.
- [10] Rawlings, A.: Ethnic Skin Types: Are there Differences in Skin Structure and Function?. *IFSCC MAGAZINE*, 2006, vol. 9, no. 1, pp. 3-13. ISSN 1520-4561.
- [11] Kamath, Y., Ruetsch, S.: Photodegradation of Hair of Different Ethnicity after 1 Year of Exposure to Natural Weathering in Arizona. *IFSCC MAGAZINE*, 2006, vol. 9, no. 4, pp. 325-333. ISSN 1520-4561.
- [12] Dostupné z: <http://www.iklen.cz/images/schema.gif> [cit. 21. 04. 2008].
- [13] Teplá, K., kolektiv: *Kosmetika III*, Praha: Informatorium, 2001, 240 s. ISBN 80-86073-79-3.
- [14] Dostupné z: [biochemie.euweb.cz/Biochemie/Aminokyseliny.ppt](http://biochemie.euweb.cz/Biochemie/Aminokyseliny.ppt) [cit. 21. 04. 2008].
- [15] Dostupné z: <http://www.cyberlipid.org/images/pict44.gif> [cit. 21. 04. 2008].
- [16] Dostupné z: [http://www.ordinace.cz/img/text/melanom1\\_big.jpg](http://www.ordinace.cz/img/text/melanom1_big.jpg) [cit. 21. 04. 2008].
- [17] Dostupné z: <http://www.fnbrno.cz/data/img/OK/nador-kuze.JPG> [cit. 21. 04. 2008].
- [18] Perigini, P., Vettor, M., Tursilli, R., Scalia, S., Genta, I., Modena, T., Pavanetto, F., Conti, B.: Technological Strategies to Improve Photostability of a Sunscreen Agent. *IFSCC MAGAZINE*, 2005, vol. 8, no. 4, pp. 301-305. ISSN 1520-4561.
- [19] Vielhaber, G., Lange, S., Ley, J., Koch, O.: N-Palmitoyl-4-Hydroxy-L-Proline Palmityl Ester: A Pseudoceramide that Provides Efficient Skin Barrier Repair and Protection. *IFSCC MAGAZINE*, 2005, vol. 8, no 3, pp. 185-190. ISSN 1520-4561.
- [20] Mavon, A., Gélis, Ch., Vicendo, P.: Reconstructed Human Epidermis as an Efficient Tool in the Evaluation of the Effects of UV Irradiation and of the Photoprotective Capacities of a Sunblock. *IFSCC MAGAZINE*, 2004, vol. 7, no. 3, pp. 209-215. ISSN 1520-4561.
- [21] Dostupné z: [http://www.epitesty.cz/downloads/uv\\_filtr.pdf](http://www.epitesty.cz/downloads/uv_filtr.pdf) [cit. 18. 04. 2008].
- [22] Huong, S., P., Rocher, E., Fourneron, J., D., Charles, L., Monnier, V., Bun, H., Andrieu, V.: Photoreactivity of the sunscreen butylmethoxydibenzoylmethane (DBM) under

- various experimental conditions. *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry*, 2008, vol. 196, pp. 106-112. ISSN 1010-6030
- [23] *Stabilizace BMDBM*, PLS Business Field Cosmetics & BioActives, informační materiál firmy Merck, květen 2006, 50 s.
- [24] Dostupné z: [http://www.solariumprofi.cz/images/X3\\_30SLi-A.jpg](http://www.solariumprofi.cz/images/X3_30SLi-A.jpg) [cit. 21. 04. 2008].
- [25] Dostupné z: <http://www.domafit-ol.cz/fotky/467.jpg> [cit. 21. 04. 2008].

## 6. SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

|                   |   |
|-------------------|---|
| CIE               | – <i>Commission Internationale d'Eclairage</i> (mezinárodní komise pro osvětlení)                             |
| COLIPA            | – metoda měření SPF používaná v Evropě  |
| DNA               | – deoxyribonukleová kyselina  |
| FDA               | – <i>Food and Drug Administration</i> (americký úřad pro kontrolu potravin a léků)                            |
| GR                | – glutathion-reduktáza  |
| GSH               | – glutathion  |
| GSHP <sub>x</sub> | – glutathion-peroxidáza   |
| HPLC              | – vysoceúčinná kapalinová chromatografie  |
| IEC               | – <i>International Electrotechnical Commission</i> (mezinárodní elektrotechnická komise)                      |
| INCI              | – <i>International Nomenclature of Cosmetic Ingredients</i> (mezinárodní názvosloví kosmetických ingrediencí) |
| IR                | – infračervené záření   |
| KAT               | – kataláza  |
| MED               | – minimální erytemová dávka záření  |
| MED <sub>p</sub>  | – minimální erytemová dávka záření u chráněné kůže  |
| MED <sub>u</sub>  | – minimální erytemová dávka záření u nechráněné kůže  |
| mPF               | – monochromatický ochranný filtr  |
| RNA               | – ribonukleová kyselina   |
| SPF               | – ochranný protislunečný faktor   |
| SOD               | – superoxiddismutáza  |
| trans EHMC        | – trans 2-ethylhexyl-4-methoxycinnamate   |
| UPF               | – fotoprotektivní faktor textilií   |
| UV                | – ultrafialové záření   |
| UVA               | – pásmo ultrafialového záření s vlnovou délkou 320-400 nm   |
| UVB               | – pásmo ultrafialového záření s vlnovou délkou 290-320 nm   |
| UVC               | – pásmo ultrafialového záření s vlnovou délkou 100-290 nm   |
| VR                | – viditelné záření  |